

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**ESCUELA DE POSTGRADO**



**Diagnóstico Operativo de la Compañía Minera Poderosa S.A.**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN DIRECCIÓN DE  
OPERACIONES OTORGADO POR LA  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR:**

**Efraín Nofre Ávila Rojas**

**Luis Enrique Cruzate Cabanillas**

**César Giuseppe Villalobos Burgos**

**Fátima Gabriela Zamora Flores**

**Asesor: Sandro Sánchez**

**Santiago de Surco, Septiembre de 2017**

## **Dedicatoria**

A Dios, por habernos brindado la oportunidad de formarnos profesionalmente y darnos salud para lograr nuestros objetivos; a nuestras familias, por su apoyo incondicional, motivación, comprensión y paciencia en la culminación de la maestría.





## **Agradecimiento**

Agradecemos a la Compañía Minera Poderosa S.A. por brindarnos su tiempo, información y apoyo para realizar este diagnóstico operativo empresarial.

Asimismo, a nuestro asesor, el profesor Sandro Sánchez, por su confianza y dedicación de tiempo quien, cuyos conocimientos y experiencia logró incentivar en nosotros la investigación, el análisis y el trabajo en equipo, para la conclusión del presente documento.

Por último, a cada una de las empresas en las cuales laboramos, por su comprensión y las facilidades otorgadas en este reto profesional.



## **Resumen Ejecutivo**

La presente tesis busca realizar el diagnóstico operativo empresarial de Compañía Minera Poderosa S.A., con el fin de confrontar la recomendación de los especialistas en dirección de operaciones productivas sobre la situación actual operacional de la empresa y determinar oportunidades de mejora que puedan incrementar su rentabilidad, con la maximización de su eficiencia y eficacia en la producción de oro.

Los primeros capítulos se refieren al diseño y planeamiento de operaciones, procesos, planta y el trabajo, ejes claves para asegurar que el producto cumpla con las especificaciones de calidad solicitadas por el cliente. Los capítulos de programación de las operaciones, planeamiento agregado, gestión de costos, logística, mantenimiento, calidad y cadena de suministro, han permitido conocer las oportunidades de mejora que Poderosa tiene para incrementar la eficiencia de su proceso productivo.

Entre las principales propuestas de mejora se tienen: (a) Implementar una planta de 300 Tm/d para los mineros artesanales, (b) reubicación del almacén logística y el grifo de combustible a las relaveras, y (c) capacitar en programación lineal a las superintendencias y jefaturas de área. El ahorro proyectado por implementar las principales propuestas de mejora es de US\$ 82'945,252, con una inversión de US\$ 8'632,000.

## **Abstract**

The purpose of this thesis seeks to accomplish the business operational diagnosis of Compañía Minera Poderosa SA in order to confront the recommendation of specialists in the management of productive operations regarding the real situation of the company, in order to determine opportunities for improvement that may increase its profitability through maximizing its effectiveness and efficiency in the production of gold.

The first chapters refer to the design and planning of operations, processes, plant and work, key axes to ensure that the product meets the quality specifications requested by the customer; The programming chapters of the operations, aggregate planning, cost management, logistics, maintenance, quality and supply chain have allowed us to know the opportunities for improvement that Poderosa has to increase the efficiency of its production process.

Among the main proposals for improvement we have: (a) Implement a 300 TMD plant for artisanal miners, (b) relocation of the logistics warehouse and the fuel tap to the mine dumps, (c) train on linear programming to the superintendences and area headquarters. The projected saving for implementing the main improvement proposals is US\$ 82'945,252 with an investment of US\$ 8'632,000.

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>Capítulo I: Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la Empresa.....	1
1.2. Productos Elaborados.....	2
1.3. Ciclo Operativo .....	3
1.4. Clasificación según sus Operaciones Productivas .....	6
1.5. Matriz del Proceso de Transformación .....	7
1.6. Relevancia de la Función de Operaciones.....	8
1.7. Diseño de la Investigación .....	11
1.8. Conclusiones .....	12
<b>Capítulo II: Marco Teórico.....</b>	<b>14</b>
2.1. Ubicación y Dimensionamiento de Planta .....	14
2.1.1. Ubicación de planta.....	14
2.1.2. Dimensionamiento de planta.....	17
2.2. Planeamiento y Diseño de los Productos .....	18
2.2.1. Secuencia del planeamiento y diseño de los productos .....	19
2.2.2. Aspecto del planeamiento y diseño del producto.....	19
2.3. Planeamiento y Diseño del Proceso .....	19
2.4. Planeamiento y Diseño de Planta .....	21
2.5. Planeamiento y Diseño del Trabajo .....	22
2.6. Planeamiento Agregado .....	23
2.7. Programación de Operaciones Productivas.....	23
2.8. Gestión de Costos.....	25

2.9. Gestión Logística .....	26
2.10. Gestión y Control de la Calidad .....	27
2.11. Gestión del Mantenimiento .....	28
2.12. Cadena de Suministros .....	29
2.13. Conclusiones .....	30
<b>Capítulo III: Ubicación y Dimensionamiento de la Planta .....</b>	<b>31</b>
3.1. Dimensionamiento de Planta.....	31
3.2. Ubicación de Planta.....	35
3.3. Propuesta de Mejora.....	37
3.4. Conclusiones .....	38
<b>Capítulo IV: Planeamiento y Diseño de los Productos .....</b>	<b>41</b>
4.1. Secuencia del Planeamiento y Aspectos a Considerar .....	41
4.2. Aseguramiento de la Calidad del Diseño .....	44
4.3. Propuesta de Mejora.....	44
4.4. Conclusiones .....	44
<b>Capítulo V: Planeamiento y Diseño del Proceso .....</b>	<b>46</b>
5.1. Mapa de los Procesos .....	46
5.2. Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP) .....	48
5.3. Herramientas para mejorar los Procesos .....	50
5.4. Descripción de los Problemas Presentados en los Procesos .....	51
5.5. Propuesta de Mejora.....	53
5.6. Conclusiones .....	61
<b>Capítulo VI: Planeamiento y Diseño de Planta .....</b>	<b>63</b>
6.1. Distribución Actual de la Planta .....	63
6.2. Análisis de la Distribución de la Planta .....	65

6.3. Propuesta de Mejora.....	67
6.4. Conclusiones .....	74
<b>Capítulo VII: Planeamiento y Diseño del Trabajo .....</b>	<b>76</b>
7.1. Planeamiento del Trabajo.....	76
7.2. Diseño del Trabajo .....	77
7.3. Propuesta de Mejora.....	81
7.4. Conclusiones .....	84
<b>Capítulo VIII: Planeamiento Agregado.....</b>	<b>86</b>
8.1. Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado .....	86
8.2. Análisis del Planeamiento Agregado .....	88
8.3. Pronósticos y Modelación de la Demanda .....	90
8.4. Planeamiento de los Recursos .....	91
8.5. Propuesta de Mejora.....	93
8.6. Conclusiones .....	94
<b>Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas.....</b>	<b>95</b>
9.1. Optimización del Proceso Productivo .....	95
9.2. Programación .....	96
9.3. Gestión de la Información .....	98
9.4. Propuestas de Mejoras.....	98
9.5. Conclusiones .....	99
<b>Capítulo X: Gestión Logística.....</b>	<b>101</b>
10.1. Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento .....	101
10.2. La Función de Almacenes .....	102
10.3. Inventarios.....	103
10.4. La Función de Transportes.....	105

10.5. Definición de los Principales Costos Logísticos .....	106
10.6. Propuesta de Mejoras .....	106
10.7. Conclusiones .....	107
<b>Capítulo XI: Gestión de Costos .....</b>	<b>111</b>
11.1. Costeo por Órdenes de Trabajo .....	111
11.2. Costeo Basado en Actividades .....	111
11.3. Costeo por inventarios.....	114
11.4. Propuesta de Mejoras: .....	115
11.5. Conclusiones .....	117
<b>Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad .....</b>	<b>118</b>
12.1. Gestión de la Calidad en Poderosa .....	118
12.2. Control de la Calidad en Poderosa .....	119
12.3. Propuesta de Mejoras.....	121
12.4. Conclusiones .....	122
<b>Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento .....</b>	<b>124</b>
13.1. Mantenimiento Correctivo .....	124
13.2. Mantenimiento Preventivo .....	125
13.3. Propuesta de Mejoras .....	126
13.4. Conclusiones .....	128
<b>Capítulo XIV: Cadena de Suministro .....</b>	<b>129</b>
14.1. Definición del Producto .....	129
14.2. Descripción de las Empresas que Conforman la Cadena de Abastecimiento, Desde el Cliente Final, hasta la Materia Prima .....	129
14.3. Descripción del Nivel de Integración Vertical, Tercerización, Alianzas o Joint- Venture Encontrados .....	130

14.4. Estrategias del Canal de Distribución para llegar al Consumidor Final .....	131
14.5. Mejoras al Desempeño de la Cadena de Aprovisionamiento.....	131
14.6. Conclusiones .....	132
<b>Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>133</b>
15.1. Conclusiones .....	133
15.2. Recomendaciones.....	136
<b>Referencias.....</b>	<b>138</b>
<b>Apéndice A: Misión, Visión y Principios Corporativos de Poderosa .....</b>	<b>144</b>
<b>Apéndice B: Parte de Servicio .....</b>	<b>146</b>
<b>Apéndice C: Cumplimiento de Programa de Mantenimiento .....</b>	<b>147</b>
<b>Apéndice D: Orden de Trabajo de Mantenimiento .....</b>	<b>151</b>
<b>Apéndice E: Medición y Seguimiento de Procesos en Poderosa.....</b>	<b>152</b>
<b>Apéndice F: Aseguramiento de la Calidad. Maraón .....</b>	<b>154</b>



## Lista de Tablas

Tabla 1	<i>Indicadores Netos Anuales</i> .....	2
Tabla 2	<i>Presupuesto de Costos e Inversiones Programadas 2017/ Costo por Departamentos (US\$ sin IGV y sin Distribuir)</i> .....	9
Tabla 3	<i>Presupuestos Programados 2017</i> .....	10
Tabla 4	<i>Factores de Influencia en la Decisión de Ubicación de Planta</i> .....	16
Tabla 5	<i>Comparación de Algunas Características del Diseño del Trabajo</i> .....	22
Tabla 6	<i>Proyecciones de Gestión 2017- 2021</i> .....	33
Tabla 7	<i>Planta de Procesamiento del Mineral</i> .....	37
Tabla 8	<i>Propuestas Planteadas</i> .....	59
Tabla 9	<i>Evaluaciones Económicas para Implementar Planta para Mineros Artesanales</i> ...	60
Tabla 10	<i>Relación de Cercanía con la Ubicación de las Áreas</i> .....	68
Tabla 11	<i>Relación de Cercanía Total de las Actividades de la Planta de Procesos de Poderosa</i> .....	70
Tabla 12	<i>Análisis de Costo Beneficio para Implementar Propuesta de Reubicar el Almacén</i> .....	73
Tabla 13	<i>Puestos de Trabajo y Función Asignada</i> .....	80
Tabla 14	<i>Análisis Costo Beneficio por Optimizar Planeamiento de Trabajo</i> .....	85
Tabla 15	<i>Planeamiento Agregado de Producción 2017</i> .....	87
Tabla 16	<i>Requerimientos Físicos de Procesamiento para el 2017</i> .....	92
Tabla 17	<i>Requerimiento de Materiales para el Proceso de Planta</i> .....	93
Tabla 18	<i>Programa de Producción de Mina</i> .....	97
Tabla 19	<i>Análisis Económico de Implementar Propuestas en Mina y Planta</i> .....	100
Tabla 20	<i>Cálculo Costo Beneficio de Implementar Mejoras en la Gestión Logística</i> .....	108
Tabla 21	<i>Costos Programados y Reales</i> .....	117

Tabla 22 <i>Inversión Requerida para mejorar la Gestión de Costos en Poderosa</i> .....	123
Tabla 23 <i>Evaluación Costo-Beneficio dela Gestión de Calidad en Poderosa</i> .....	127
Tabla 24 <i>Evaluación Costo-Beneficio por Mejoras en la Gestión del Mantenimiento</i> .....	128
Tabla 25 <i>Beneficio por Reducir una Falla Operacional por Mes</i> .....	135
Tabla 26 <i>Principales Propuestas de Mejora</i> .....	135



## Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica de minera Poderosa.....	2
<i>Figura 2.</i> Ciclo operativo de la unidad de producción Mara��n de Poderosa.....	4
<i>Figura 3.</i> Diagrama de entrada-proceso-salida.....	6
<i>Figura 4.</i> Clasificación de las operaciones productivas del proceso de mineral. ....	6
<i>Figura 5.</i> Matriz de proceso de transformación de mineral.....	7
<i>Figura 6.</i> Mapa de la literatura. ....	15
<i>Figura 7.</i> Ciclo técnico del producto. ....	20
<i>Figura 8.</i> Ciclo de vida de marketing de un producto. ....	20
<i>Figura 9.</i> Diagrama de un proceso.....	21
<i>Figura 10.</i> Diagrama de los procesos. ....	47
<i>Figura 12.</i> Frugalizaci��n de procesos de Poderosa. ....	51
<i>Figura 13.</i> Diagrama causa-efecto del no procesamiento del mineral.....	52
<i>Figura 14.</i> Mapa de procesos.....	54
<i>Figura 15.</i> D.A.P. de flujo del proceso de minado. ....	55
<i>Figura 16.</i> Flujo del proceso de planta. ....	57
<i>Figura 17.</i> Distribución zona industrial Vijus. ....	64
<i>Figura 18.</i> Diagrama de flujo de la planta de cianuración Mara��n. ....	66
<i>Figura 19.</i> Diagrama de Muther para el procesamiento de mineral en Poderosa.....	69
<i>Figura 20.</i> Disposición final de planta de procesamiento de Poderosa. ....	71
<i>Figura 21.</i> Fotografía panorámica de la planta de procesos y sus relaveras.....	72
<i>Figura 22.</i> Ciclo de disciplina operativa en Poderosa. ....	78
<i>Figura 23.</i> Estructura orgánica funcional de la planta de procesos de Poderosa.....	79
<i>Figura 24.</i> Estructura orgánica funcional de la planta de procesos de Poderosa.....	83
<i>Figura 25.</i> Estructura orgánica funcional de la planta de procesos de Poderosa.....	84

<i>Figura 26.</i> Gráfico de pastel sobre saldos de CDR en almacén.....	105
<i>Figura 27.</i> Gráfico de pastel sobre saldos de PRY en almacén. ....	109
<i>Figura 28.</i> Beneficio económico por la participación de los CMC. ....	120



## Capítulo I: Introducción

En el presente capítulo se describe a la empresa Compañía Minera Poderosa (en adelante Poderosa), destacando sus diversas áreas, como: (a) productos elaborados, (b) ciclo operativo, (c) clasificación según sus operaciones productivas, (d) matriz del proceso de transformación, y (d) la relevancia de la función de operaciones; que aportarán a la Introducción para tener un conocimiento más amplio de los capítulos que se presentan en el diagnóstico operativo empresarial (DOE) de la Unidad de Producción Marañón, donde se produce el bullón de oro y plata.

### 1.1. Descripción de la Empresa

De acuerdo con su memoria anual 2016, Poderosa indicó que en el mes de junio de año 1982 inició sus operaciones la planta Marañón, con capacidad de tratamiento de 120 t/día de minerales, de los que obtenían 6,269 oz de oro como primera producción. El diseño de la planta se realizó en función de la explotación de mineral aurífero con base en pirita, cuarzo y pequeña presencia de arsenopirita (Poderosa, 2014a).

Según sus registros, al 2016 Poderosa logró extraer 2'604,130 oz de oro y tratado 6'426,184 t de mineral, con una ley media de 13.81 gr de oro por tonelada métrica (g/t). Asimismo, aun cuando los derechos mineros cuentan con 107,936 ha, se realizaron actividades en 11,761 ha. Al cierre del referido año, contaba con 724 colaboradores en planilla, y 2,583 colaboradores de contratistas conexas y mineras. A su vez, vendió 221,773 oz de oro y 178,898 oz de plata, al costo de S/ 954'456,000. La producción se exportó a Canadá, donde se refina y revende a bancos o comercializadoras de metales preciosos de primer nivel, en Estados Unidos. Los principales indicadores económicos netos pueden verse en la Tabla 1. La ubicación de Poderosa se presenta en el mapa de la Figura 1.

En el 2015, Poderosa obtuvo las certificaciones de las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007. Desde el 2009 asumió voluntariamente estos estándares

internacionales por la convicción de que contar con un sistema de gestión ayuda a lograr los objetivos estratégicos de la organización. Como parte de su mejora continua, en el 2015 actualizó su visión, misión, principios y valores corporativos (ver Apéndice A).

Tabla 1

*Indicadores Netos Anuales*

	Dic. 2014	Dic. 2015	Dic. 2016
Producción neta (oz)	158,933	190,293	220,004
Ventas totales (en miles de S/)	556,239	702,621	945,456
Utilidad neta (en miles de S/)	43,448	93,097	176,376
Patrimonio neto (en miles de S/)	390,015	403,716	533,517

*Nota.* Tomado de “Nuestra empresa,” por Poderosa, 2014

(<http://www.Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/nuestra-empresa.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat00&n3=int00>).



*Figura 1.* Ubicación geográfica de minera Poderosa.

Tomado de “La Compañía,” por Google Maps.

(<https://www.google.com/maps/place/COMPANÍA+MINERA+PODEROSA+S.A./@-7.7501202,77.6984625,8.25z/data=!4m5!3m4!1s0x91ae1bdb7eba56e9:0x1fd253bff511c26c!8m2!3d-7.7194914!4d-77.6623425>).

## 1.2. Productos Elaborados

Poderosa es una empresa que explora, explota y procesa minerales auríferos subterráneos obteniendo un único producto denominado bullón de oro, con contenido de dicho metal mayor a 50%. Las características técnicas del bullón son proporcionadas por los clientes. La planta de procesamiento con sus actividades de: (a) reducción de tamaño del

mineral, (b) lixiviación, (c) precipitación, y (d) fundición; busca asegurar que el bullón de oro producido cumpla con los requerimientos.

### **1.3. Ciclo Operativo**

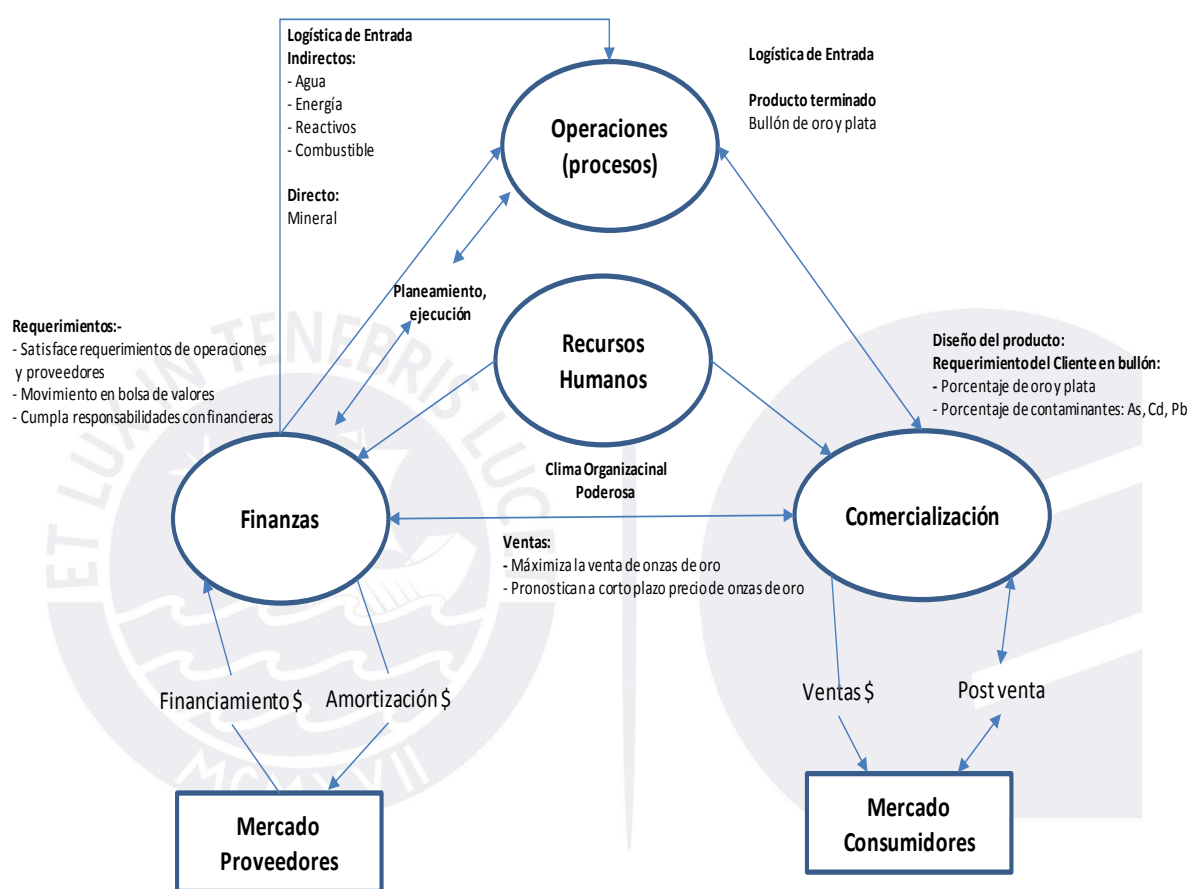
Los cuatro procesos que intervienen en el ciclo operativo de Poderosa son: (a) Finanzas (la logística está dentro de este proceso), (b) Operaciones, (c) Recursos Humanos, y (d) Comercialización, cuyos procesos están interrelacionados y sus funciones aportan al objetivo final de producir el bullón de oro, cumpliendo los requerimientos de los clientes.

Por consiguiente, en el proceso: (a) Finanzas tiene la responsabilidad de buscar los recursos necesarios para el desarrollo de las operaciones; (b) Operaciones procesa los recursos naturales para transformarlos en el bullón de oro; (c) Recursos Humanos facilita las personas competentes y ayuda a mantener un buen clima laboral en la organización; y (d) Comercialización se encarga de la venta a los clientes y del servicio de posventa, junto con operaciones, para evaluar cualquier desviación o pedido de los clientes.

En la Figura 2, se muestran todas las áreas y elementos que intervienen en el ciclo operativo. Las operaciones de Poderosa se inician con la compra o alquiler de concesiones mineras y la disponibilidad de terreno superficial para que Geología realice trabajos de prospección y exploración que determinen la existencia de recursos minerales en potencia de veta y ley; y determine el método para obtener la mayor recuperación de oro. Por ello, el aporte de Finanzas con los presupuestos requeridos es sumamente importante, debido a que si no hay dinero no hay inversión, siendo un punto crítico la búsqueda de créditos necesarios de las entidades financieras. Mientras que Recursos Humanos tiene la responsabilidad de reclutar a los profesionales y técnicos con las competencias requeridas para el logro de objetivos.

Ambos departamentos tienen un rol directo en toda la etapa de operaciones, financiando las actividades requeridas y proporcionando el talento humano adecuado en cada

etapa del proyecto. Por su parte, Comercialización vende el producto final de las operaciones, generando la retribución económica a Finanzas para el pago de proveedores, entidades financieras, empleados y otros. También realiza la retroalimentación a la operación productiva como consecuencia del servicio posventa con los clientes, con el objeto de no perder contacto con los mismos y conocer el nivel de satisfacción que tuvo con el producto adquirido.



*Figura 2.* Ciclo operativo de la unidad de producción Maraón de Poderosa.  
Adaptado de "Administración de las operaciones productivas," F. A. D'Alessio, 2013, p.9.  
México D. F., México: Pearson.

En resumen, Recursos Humanos y Finanzas participan en toda la etapa del proyecto; por eso, se determina que tienen una relación directa con las operaciones. Estos departamentos son financiados por Comercialización, que se encarga de las ventas, y trabaja de cerca con Producción para cumplir con las especificaciones de calidad y el servicio posventa.



En la Figura 3 se presenta el diagrama de entrada-proceso-salida, que muestra las actividades que se realizan, la materia prima, los equipos, la tecnología, la mano de obra, etc. Todas estas tareas se desarrollan alineadas al clima laboral y la cultura de la organización. Este diagrama, también conocido como caja de proceso, permite identificar a todos los actores de la cadena de suministro que Poderosa tiene en cuenta para alinearse a su planeamiento estratégico, con la interiorización de estrategias operacionales que aporten al logro de los objetivos beneficios esperados.

Específicamente permite conocer:

- La cantidad y características de los insumos directos e indirectos que se requieren para el proceso productivo,
- Conociendo que el proceso ya está identificado desde su planeamiento asegurarnos que el método del trabajo se cumpla implementado los documentos necesarios requeridos para que el proceso se ejecute según el estudio de ingeniería,
- Como resultado del diseño y tamaño de la planta, cuente con todos los equipos requeridos y con una buena disposición mecánica para que el proceso cumpla con el programa de producción de manera eficaz y eficiente,
- La mano de obra requerida según el programa de producción, un ambiente laboral adecuado de manera que se minimice la rotación del personal y éste puede cumplir con sus funciones establecidas para que el proceso productivo se ejecute según los procedimientos establecidos, asegurando la calidad del trabajo, la seguridad de los trabajadores y el cuidado del medio ambiente,
- Los controles establecidos para minimizar las causas que pueden activar los riesgos que afectarían el logro de los objetivos, y
- El seguimiento continuo del cumplimiento de las metas del proceso y el servicio al cliente indispensables en la estrategia de la empresa.

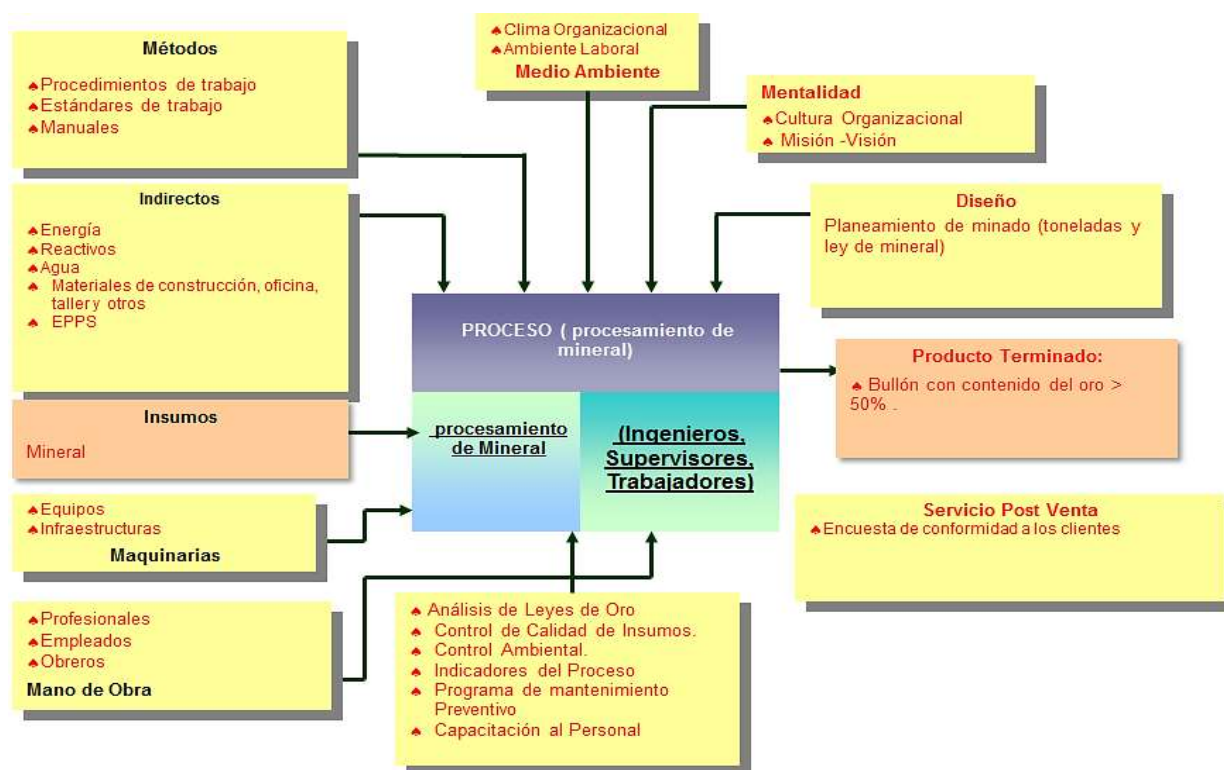


Figura 3. Diagrama de entrada-proceso-salida.

Adaptado de “Administración De Las Operaciones Productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, p.10. México D. F., México: Pearson

#### 1.4. Clasificación según sus Operaciones Productivas

La Poderosa es una empresa de producción de bienes cuyo producto es el bullón de oro. La materia prima principal es el mineral sulfuroso que pasa por distintas actividades hasta ser transformado en bullón de oro. Esta determinación se encuentra basada en la clasificación de operaciones propuestas por (D’ Alessio, 2012, p.28), como se muestra en la Figura 4. Mismo que se ha considerado para la clasificación de las operaciones de Poderosa.



Figura 4. Clasificación de las operaciones productivas del proceso de mineral.

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 28. México D. F., México: Pearson.

### 1.5. Matriz del Proceso de Transformación

El proceso de transformación en Poderosa se encuentra con la siguiente estandarización: (a) reducción de tamaño, (b) cianuración en molienda, (c) remolienda, (d) separación sólido-líquido, (e) lixiviación por agitación, (f) precipitación del oro con Merrill Crowe, y (g) fundición del precipitado. El mineral sulfuroso es sometido a todo ese proceso a diario, hasta obtenerse el bullón de oro. Conociendo la ley promedio de oro de 13gr/Tm, se requiere procesar cientos de toneladas de mineral diariamente para que sea rentable el negocio. En este caso, se procesan 1,300 Tm/d de mineral durante un proceso continuo, debido a que las plantas metalúrgicas son diseñadas para trabajar las 24 horas del día durante todo el año. Con lo expuesto, según la matriz del proceso de transformación se puede observar un alto volumen de producción de mineral con un proceso de tratamiento continuo, siendo un solo producto el obtenido con un proceso estandarizado; este proceso se muestra en la Figura 5.



	Repetitividad	Una Vez	Intermitente	Continuo (Línea)
	Tecnología			
Artículo Único				
Lote				
Serie				
Masivo				
Continuo				Continuo/ continuo

*Figura 5.* Matriz de proceso de transformación de mineral.  
Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p.29. México D. F., México: Pearson.

## 1.6. Relevancia de la Función de Operaciones

Es relevante que, en una empresa de producción, los procesos operativos sean gran parte de la estructura, así como la línea crítica de la empresa para asegurar que los objetivos económicos y financieros esperados por la alta dirección, de tal manera que logren concretarse según la meta esperada. En el caso de Poderosa, para obtener las onzas de oro programadas en el plan anual o plan estratégico, es importante contar con los minerales y la ley de oro establecidos, siendo responsabilidad exclusiva del proceso estratégico, Geología. La sección de Mina tiene la responsabilidad de extraer el mineral de acuerdo a la ley en las toneladas programadas, cumpliendo los plazos establecidos. La Planta de Procesamiento pone a disposición la capacidad máxima de tratamiento del mineral con la recuperación de oro programada. Para ello, es importante que la disponibilidad de los equipos se cumpla según los indicadores de mantenimiento.

Considerando que el precio de la onza de oro está basado en el mercado internacional, las operaciones de Poderosa buscan maximizar su eficiencia con ayuda de: (a) las 5S, (b) mejora continua, (c) herramientas de calidad y (d) círculos de mejoramiento de calidad para cumplir con el programa de producción, optimizando los costos operativos. Un aspecto importante de la relevancia de las operaciones es el porcentaje de costos e inversión que son considerados con un monto mayor comparado con los otros procesos. Por ejemplo, para el año 2017, del total de costos programados en la empresa, casi el 72% están destinados a las operaciones productivas; y en lo que respecta a inversiones, el 85% lo está a operaciones.

La Tabla 2 muestra los procesos de: (a) Mina, (b) planta y (c) Mantenimiento, que tienen los mayores costos de producción. En el caso Mantenimiento, cubre todos los procesos de Poderosa, que manejan equipos e instalaciones eléctricas. La Tabla 3 muestra que las inversiones son direccionadas en su mayor porcentaje a Geología, debido a que se tiene que garantizar la disponibilidad de los recursos minerales para el desarrollo de las operaciones;

Tabla 2

*Presupuesto de Costos e Inversiones Programadas 2017/ Costo por Departamentos (US\$ sin IGV y sin Distribuir)*

Gerencia	Área	Costos			
		2016 PRG	2016 PRY	2017 a Precios 2016	2017 con Variaciones*
Operaciones	Geología	2'626,839	2862,287	2991,65	2'998,863
	Mina Marañón	17'983,095	15'799,761	14'777,487	14,874
	Mina Santa María	10'290,421	11'027,344	14'910,445	15'134,799
	Mina Labor Asignada	15'398,121	11'367,575	11'857,011	12'037,244
	Planta	8'674,735	8'981,246	9'012,314	9'118,226
	Mantenimiento y Energía	19'382,478	19'631,765	20'598,877	20'826,059
	Planeamiento e Ingeniería	3'565,715	3'332,834	3'925,772	3'920,884
	Gerencia de Operaciones	476,823	570,407	511,325	509,203
	Laboratorio Químico	1'181,743	1'130,424	1'331,614	1'329,992
	Oficina de Trujillo	214,186	166,524	163,555	163,93
	Seguridad Patrimonial	3'277,83	2'840,353	3'475,636	3'521,271
	Proyectos Energéticos	11,912	80,839	18,384	18,297
Total operaciones		83'083,898	77'791,359	83'574,070	84'458,722
SIG Y RS	Seguridad	1.617,99	1'414,62	1'687,734	1'692,017
	Salud Ocupacional	776.043	754,89	790,177	802,627
	Gestión Ambiental	2'279,17	2'068,65	2'688,803	2'711,477
	Calidad	376.993	410,109	527,835	527,930
	Adm. SIG Y RS	520,677	556,617	582,086	578,171
	Relaciones Comunitarias	1,427,854	1'116,858	1567,370	1'575,797
	Asociación Pataz	1'323,661	1,755,990	1697,252	1'723,994
	Cierre de Mina	192,347	90,598	53,552	53,154
Total SIG y RS		8'905,722	8'452,932	10'172,823	10'246,845
Adm. y Finanzas	Recursos Humanos	3'030,200	3'313,433	4'056,018	4'069,370
	Costos	260,026	241,499	296,486	293,03
	Logística	1'433,788	1,287,430	1'442,889	1'439,939
	Tecnología de Información	793,625	860,869	853,392	850,293
	Administración Lima	9'063,601	8'790,339	8'041,170	8'077,195
	Derechos Compensatorios	2'571,116	3,412,612	3'458,896	3'458,896
	Regalías Mineral Ley 28258	2'171,107	2,566,937	2'715,004	2'715,004
	Impuesto Especial a la Minería.	889,557	2,014,263	2'606,404	2'606,404
Total, Adm. y Finanzas		20'213,022	22'487,381	23'470,260	23'510,132
Total General		112'202,642	108,731,673	117'217,152	118'215,698
Acopio Mineral **		6'307,658	4'384,731	6'592,593	6'621,593
Total general Inc. Acopio		118'510,300	113'116,404	123'809,654	124'837,291

*Nota:* Con variaciones incluye T.C. S/ 3.45. Incremento del 3% para materiales e incremento del 3% para servicios. No incluye compra de minera. Adaptado de "Nuestra empresa," por Poderosa, 2014

(<http://www.Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/nuestra-empresa.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat00&n3=int00>).

Tabla 3

*Presupuestos Programados 2017*

Gerencia	Área	Inversión			
		2016 PRG	2016PRY **	2017 a Precios 2016	2017 con Variaciones
Operaciones	Geología	25'593,051	28'231,229	31'013,312	31'411,093
	Mina Marañón	3'454,427	3'996,892	3'320,729	3'338,392
	Mina Santa María	6'776,692	5'462,823	9'313,258	9'342,146
	Mina Labor Asignada				
	Planta	4'765,270	5'981,818	8'114,737	8'023,108
	Mantenimiento y Energía	4'239,000	5'278,918	4'112,072	4'066,388
	Planeamiento e Ingeniería	2'018,572	2'014,730	2'010,930	1'984,720
	Gerencia de Operaciones			3,023	2,98
	Laboratorio Químico	291,929	287,391	541,242	533,535
	Oficina de Trujillo			2,670	2,632
	Seguridad Patrimonial	157,000	149,328	270,700	26,844
	Proyectos Energéticos	1'399,187	1'340,040	2'254,847	2'225,101
Total Operacionales		48'695,128	52'743,168	60'957,519	61'197,488
SIG y RS	Seguridad	323,500	318,778	473,772	432,956
	Salud Ocupacional				
	Gestión Ambiental	1'988,000	1'354,059	1'273,406	1'255,268
	Calidad			8,357	8,238
	Adm. SIG y RS				
	Relaciones Comunitarias	1'084,338	708,040	1'925,943	1'898,510
	Asociación Pataz				
	Cierre de Mina	155,600	476,274	872,452	860,025
Total SIG y RS	Comunicaciones			5,742	5,660
		3'551,438	2'857,151	4'523,671	4'460,659
Adm. y Finanzas	Recursos Humanos	639,667	1'160,218	1'448,159	1'427,832
	Costos			380	375
	Logística	55,800	117,068	865,714	853,384
	Tecnología de Información	190	762,309	566,63	558,559
	Administración Lima		36,615	554,384	546,487
	Derechos Compensatorios				
	Regalías Mineral Ley 28258				
	Impuesto Especial a la Minería.				
Total, ADM. Y FINANZAS		885,467	2'076,210	3'435,267	3'386,637
Total General		53'132,03	57'676,53	68'916,46	69'044,78
Acopio Mineral		10,000	9,787	818,041	806,389
Total general Inc. Acopio		53'142,034	57'686,316	69'734,498	69'851,173
Prospección Regional Especial				3'209,39	3163,939
Prospección en Yanamina				313,000	308,542
Construcción Oficinas (Local Socie).				100,000	98,576
Línea de AT-138KV				7'615,538	7'507,286
Total general Inc. Acopio + Inversión Especial		53'142,034	57'686,316	80'972,422	11'078,343

*Nota:* Con variaciones incluye T.C. S/. 3.45, incremento del 3% para materiales e incremento del 3% para servicios.

Adaptado de "Nuestra empresa," por Poderosa, 2014

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).



por consiguiente, Mina y Planta también tienen las altas inversiones. De igual manera, se debe tener mayor atención en los procesos productivos que generan en promedio el 75% de los costos de la organización. Por eso, es importante buscar la eficiencia de dichos procesos para reducir mermas, reproceso, etc., a través de la mejora continua.

El ingreso total producto de las ventas se ha estimado en US\$ 260.74 MM (miles de millones), que generarán una utilidad neta de US\$ 38.29 MM y un EBITDA de US\$ 108.13 MM. El costo de producción es US\$ 130.98 MM; el costo efectivo, US\$ 152.69 MM; el costo total, US\$ 198.35 MM; y las inversiones, incluyendo saldos del año 2016, US\$ 96.35 MM. De acuerdo con lo expuesto, se puede observar que las operaciones influyen en forma directa en los resultados económicos y financieros de la organización, la misma que se ve fortalecida con la implementación de sistemas integrados de gestión como herramienta estratégica para consolidar los resultados en el corto, mediano y largo plazo, de manera segura, eficiente y con responsabilidad social, como es el caso de Poderosa.

### **1.7. Diseño de la Investigación**

El estudio del presente DOE se basa en la Empresa Minera Poderosa S.A.; la cual posee dos plantas para la producción de Oro y Plata las cuales son: Santa María y Marañón. El alcance del estudio estuvo en la Unidad de Producción Marañón de Poderosa en los procesos de geología, minado y planta como procesos operativos; de la misma manera logística, mantenimiento, calidad, costos y gestión ambiental como procesos de soporte, sin embargo, Santa María se encuentra en estado de crecimiento.

La metodología de investigación aplicada fue cuantitativa de tipo no experimental longitudinales, porque no se manipularon deliberadamente variables; así también, se empleó la estrategia documental ya que se observaron informaciones existentes en las operaciones de Poderosa con la finalidad de encontrar oportunidades de mejora desde el punto de vista de la dirección de operaciones.

Considerando que la información analizada de estos procesos de Poderosa es oficial, se aplicaron los requisitos de los instrumentos de medición, es decir: confiabilidad, validez, objetividad. Uno de los instrumentos aplicados fue la entrevista personal, al Jefe de Costos y Presupuestos (*también se grabaron los audios para un entendimiento mejor post entrevista*) con preguntas abiertas y puntuales con la finalidad de entender parte del proceso que el equipo no lo tenía claro y a la vez conocer su opinión respecto a las propuestas de mejora presentadas. También se aplicó el cuestionario auto administrado de manera individual a los encargados de mantenimiento, logística, calidad, así como planta para entender mejor algunos resultados o procedimientos que se analizaron y presentaron dudas al equipo de tesis.

La mayor parte de información para su estudio y análisis se obtuvo de las fuentes documentarias de Poderosa con lo cual se pudo comparar con las teorías y métodos aprendidas en el ciclo de clases lo que ha permitido proponer propuestas de mejoras significativas para mejorar la eficiencia en las operaciones de Poderosa S.A.

### 1.8. Conclusiones

- El único producto que Poderosa comercializa es el bullón de oro, cuyas especificaciones de calidad son condicionadas por el cliente, sobre todo el porcentaje de oro, con mínima cantidad de arsénico, plomo y cadmio, considerados estos últimos como contaminantes.
- Siendo el mineral la materia prima indispensable, las operaciones están obligadas a cumplir con las especificaciones de calidad de este recurso, como: mantener las características mineralógicas, ley y porcentaje de recuperación del oro, para asegurar el cumplimiento de las onzas de oro producidas.
- Debe existir un canal de comunicación efectiva entre los departamentos de Planta y



Geología, para asegurar que las evaluaciones metalúrgicas de los recursos minerales que serán explotados en un tiempo no menor de tres años, cumplan con los requerimientos de diseño del proceso.

- Debido a su estandarización, se debe respetar las características del mineral para asegurar la mayor recuperación de onzas de oro.



## Capítulo II: Marco Teórico

En el presente capítulo se describe el marco teórico que fundamenta el análisis de las propuestas de mejora que se realizan en el Diagnóstico Operativo Empresarial de la Compañía Minera Poderosa S.A, descritas más adelante. Las teorías o estudios de los autores consignados sustentarán las propuestas, que al implementarse ayudarán a la organización a mejorar en forma notable sus operaciones. El mapa de la literatura consultada puede ver en la Figura 6.

### 2.1. Ubicación y Dimensionamiento de Planta

#### 2.1.1. Ubicación de planta

- **Definición:** La decisión de la ubicación de la Planta dentro de las empresas suele ser muy complicada y depende de su tipo y giro de negocio. Por tal motivo, es necesario establecer los criterios más pertinentes en función a los objetivos estratégicos que se deseen alcanzar (Bou, Subias & Corominas, 1991). En otro sentido, Hormigo Ventura (2006) indicó que existen ciertos modelos de localización que van acorde con la demanda del mercado, de acuerdo al desarrollo de la zona en donde se encuentre y a la actividad económica a la que se desee dedicar. Asimismo, para decidir el sitio donde se ubicará la planta, dependerá de su proyección de crecimiento organizacional, además de las características cualitativas y cuantitativas que se tengan (Bacalla, Caballero & Fiestas, 2014).
- **Factores de influencia:** Están relacionados a los costos operativos, entre los que se encuentran la energía, el transporte, la utilidad pública y de servicios. También están los no relacionados, que son costos no influyentes externos, entre ellos el clima social, la fuerza de trabajo, la comunidad amigable, los reglamentos gubernamentales y la calidad de vida (D'Alessio, 2012)

MAPA DE LITERATURA - CAPITULO II			
<b>2.1. Ubicación y Dimensionamiento de la Planta</b> Bou, Subias y Corominas (1991). Criterios de Ubicación Hormigo Ventura (2006). Modelos según demanda del mercado. Bacalla, Caballero y Fiestas (2014). Características Cualitativas y Cuantitativas para ubicación D' Alessio (2012). Influencia de los costos para la ubicación Saguier (2014). La ubicación depende del porcentaje de riesgos. Huaman, Ramos y De La Cruz (2015). Afecciones Laborales Pérez (2015). Parámetros para concesiones mineras. Martínez (2009). Certificación ambiental para inicio de actividades mineras Álvarez (2016). Análisis de Resultados del estudio de Prospección. Gutarra (2017). Dimensión de acuerdo a la cantidad de material a extraer Sacher (2014). Dimensiones de yacimientos dependen del impacto a la naturaleza	<b>2.2. Planeamiento y Diseño del Producto</b> Garnica González (2014). El producto determina los procesos de la empresa. Malagón (2016). La innovación nace de las necesidades del mercado Martínez y Huancaya (2017). El diseño de los productos depende de los objetivos que se deseen alcanzar Elizalde Feijóo (2015). El diseño de productos depende de las canteras y su entorno	<b>2.3. Planeamiento y Diseño del Proceso</b> D' Alessio (2012). Todo proceso usa recursos en sus actividades interrelacionadas Reyes(2011). Presupuesto se articula con actividades operativas Ricaurte Leguizamón (2015). Diseño de proyectos mineros con procesos de producción flexibles y variables Schwabe-Neveu, Fuentes-Stuardo y Briede-Westermeyer (2016). Interacción entre diseño de producto y diseño de proceso.	<b>2.4. Planeamiento y Diseño de la Planta</b> Aza, Moreno y Camargo Aramendiz (2015). Recopilación de detalles y riesgos de la mina para el diseño de planta. Ferrer Calderón (2016). Considerar altura, talud del banco, bermas, intertrampas y guardientes de rampas
<b>2.5. Planeamiento y Diseño del Trabajo</b> Híjar Sifuentes, Otiniano y Enrique (2015). Diseño del trabajo basados en riesgos y normas de calidad. Valenti, Casalet y Avaro (2008). Contratación de personal especializado para ser más competitivos	<b>2.6. Planeamiento Agregado</b> Otero y Torres (2016). Eliminar actividades que no agregan valor Nuñez, Guitart y Baraza (2015). Niveles constantes de producción mediante el control de trabajadores	<b>2.7. Programación de Operaciones Productivas</b> Mateo (2001). Realizar planificación detallada para distribuir los procesos productivos. Goldratt (1994). Programación de las operaciones mediante teoría de restricciones Álvarez, Inche y Salvador (2014). La dificultad no está en programar las operaciones, sino en ejecutarlas. Anderson, Sweeney, Williams y García (1999). Uso de modelos de programación lineal en las programaciones.	<b>2.8. Gestión de Costos</b> Machado (2016). Los costos forman parte integral de la gestión de la empresa. Artieda (2015). Los costos son una herramienta estratégica para medir el impacto en la gestión Horngren, Foster y Datar (2007). Los costos basados en actividades forman parte de las mejores herramientas Burbano Galán (2012). Los sistemas de costos en producción depende como se deseen aplicar. (Sisalima, Magali, Zapata Méndez, 2016). Contemplar costos de inventarios ayuda a la optimización en las unidades de producción
<b>2.9. Gestión Logística</b> Bautista y Companys (2000). Logística es parte del sistema productivo que va desde los proveedores hasta el cliente final Aguirre y Rodríguez (2007). Logística es un componente integral para decisiones estratégicas Alles M y Alles J (2015). Los inventarios son cuellos de botellas que demandan altos costos Heering, Van der Erf y L. Van Wissen (2004). Gestión logística tiene un estrecho vínculo con las operaciones Ramírez, Valerio, Castillo y López (2016). Logística es relevante porque vincula todos los factores de la organización	<b>2.10. Gestión y Control de la Calidad</b> Beltrán (2015). Los SGC demuestran incertidumbre o confianza en auditorías financieras. Chumpitaz (2015). Efectuar control interno permite evaluar la eficiencia y eficacia de la economía y productividad. Ramírez y Álvaro (2017). Involucrar a todos los niveles de la organización promueve aprendizaje continuo Lizaraburu Bolaños (2016). Los SGC se proyectan a la mejora continua	<b>2.11. Gestión del Mantenimiento</b> Fuentes (2015). El mantenimiento tiene impacto en la competitividad de la empresa. Riveros (2015). Lean six sigma ayuda a la optimización de mantenimientos de equipos y procesos Unzueta-Aranguren, Goti-Elordi, Garitano-Aranda, J y Sánchez-Ganchegui (2014). Proceso RCM optimiza el mantenimiento preventivo y autónomo para no llegar al correctivo. Mora (2009). Desarrollo de 5 enfoques para optimizar el mantenimiento siendo flexibles	<b>2.12. Cadena de Suministros</b> Gómez, Cano y Campo (2016). La CS en mineras va desde los proveedores para los estudios ecológicos hasta la evaluación de la satisfacción del cliente con el producto final Sánchez y Altair (2016). Lean six sigma va directamente proporcional a las herramientas de gestión en la organización Coyle, Langley Jr, Novack y Gibson (2013). Integrar la cadena de producción con las finanzas mejora el control en los procesos.

Figura 6. Mapa de la literatura.

Adaptado “Metodología de la investigación,” por R. Sampieri, C. Fernández, y M. Baptista, 2010. México, D., México: McGraw-Hill

([https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf))M. Pérez, 1998, p. 57. México, D.F., México: McGraw-Hill).

En la Tabla 4 se muestran otros factores que influyen en la decisión de ubicación de las plantas. Sin embargo, Saguier (2014) visualizó otros factores con relación a la ubicación de plantas mineras, precisando que no cualquier lugar es apto para la minería, sino que esto depende de la vulnerabilidad del sitio, porque se deberán definir parámetros que no afecten al territorio ambiental en el que se desarrollará la planta, así como en las respectivas leyes regulatorias del ambiente.

Tabla 4

*Factores de Influencia en la Decisión de Ubicación de Planta*

<p>Gobierno: Actitud del gobierno frente a la industria, Cooperación oficial con respecto a brindar información, Información disponible, Régimen de control laboral, Régimen legal, Régimen impositivo</p> <p>Servicios comunitarios: Defensa civil, bomberos, etc., Capacidad de los bomberos, etc., Indicadores de criminalidad, Policía (tamaño del cuartel, rondas, protección que brinda).</p> <p>Comportamiento comunitario: Disposición de la comunidad, Soporte que puedan brindar otros negocios establecidos, Planeamiento comunitario:</p> <p>Áreas residenciales.</p> <p>Asuntos cívicos: Feriados al año.</p> <p>Servicios para el negocio: Proveedores, Bancos, tiendas</p> <p>Servicios industriales: Agua, desagüe, eliminación de residuos, fuentes de energía</p> <p>Servicio postal y noticioso</p> <p>Servicios religiosos</p> <p>Educación: Escuelas, universidades, academias, influencia de la escolaridad.</p> <p>Población: Estudios de salarios de la región, población, clase, tipo, sexo.</p>	<p>Nivel de capacitación e instrucción</p> <p>Atractivo del lugar para nuevos pobladores</p> <p>Crecimiento poblacional</p> <p>Vivienda</p> <p>Actividades lucrativas del lugar</p> <p>Clima: Es adecuado para las instalaciones requeridas</p> <p>Efecto sobre la programación logística, de operaciones, y el tipo de producto manipulado.</p> <p>Asuntos culturales: Bibliotecas, museos, centros culturales</p> <p>Recreación: Cines, deportes</p> <p>Salud: Postas médicas, hospitales, clínicas, atención al usuario, cobertura</p> <p>Transporte: Carreteras, ferrocarril, fluvial, mar aeropuertos</p> <p>Cámara de comercio: ¿existe?¿es fuerte?¿qué tipo de representatividad tiene?</p>
---	--

*Nota.* Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, p.111. México D. F., México: Pearson.

De acuerdo con Huamán, Ramos y De la Cruz (2015), para la ubicación deben considerarse las afecciones laborales que puedan generar las operaciones, ya que de esto también depende de la extracción del mineral. Pérez (2015) mencionó que una determinada organización, para dedicarse a la actividad minera, debe pertenecer a la concesión minera entre sus parámetros, debe referirse a cumplir dentro de la localidad extraer minerales a

profundidades no definidas deben dividirse las zonas en cuadrículas no menores de 100 ha. ni más de 1,000 ha., se debe considerar también con los derechos legales del área donde se desea llevar acabo la actividad minera en caso de no tenerla puede ser sancionado hasta con 50 UIT. Además, es importante considerar que se requiere una certificación ambiental previa antes del inicio de la actividad, así como respetarse el hallazgo de restos arqueológicos que puedan ser encontrados en el sitio y considerados patrimonio cultural de la nación, como indicó Martínez (2009), referenciando a los artículos 4° y 23° de la Ley 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, para realizar una extracción responsable de los mismos. Por su parte, Álvarez (2016) dijo que lo más complicado para definir la ubicación de la mina es el resultado del estudio de prospección, el mismo que indicará el sitio donde se halla el mineral, y que será validado por geólogos para que se proceda con todo el proceso legal respectivo.

### **2.1.2. Dimensionamiento de planta**

Según D'Alessio (2012, p. 105) “el dimensionamiento está relacionado con la capacidad de producción que la empresa desea instalar y en función de la cantidad de productos que se necesita producir.” Cabe resaltar que esto es una decisión del nivel gerencial de la empresa, bajo los siguientes aspectos:

**Economías de escala:** Este aspecto indica que el costo unitario de producción será menor cuanto más grande sea la capacidad instalada de una empresa. Es preciso resaltar que existe un punto óptimo de dimensión que se debe fijar, debido a que los costos tienen a aumentar a partir de ese tamaño determinado

**Variables de capacidad:** Se debe considerar las siguientes variables:

- Nivel de demanda de acuerdo con la cantidad y la necesidad de los clientes por el producto.
- Gama de productos referente a la oferta que ofrezca la organización.

- Tecnología del proceso que canaliza la optimización y la propuesta de valor corporativa.
- Rendimiento del recurso humano considerando los perfiles, además del entrenamiento que este requiera.
- Grado de integración vertical con disminución de jerarquías más involucramiento, y trabajo en equipo.
- Tipo de maquinaria en relación al tamaño; asimismo del sistema tecnológico con los que cuentan.
- Capacidad financiera en relación con el monto de inversión.
- Ubicación de la planta, con locación adecuada e idónea para las operaciones de la empresa.

Gutarra (2017) precisó que el tamaño de la planta se determina con una dimensión técnica-económica pronosticada, según la cantidad de minerales a extraer, la capacidad económica para el equipamiento de la planta y el talento humano requerido para la operación. Mientras que para Sacher (2014) las dimensiones de los yacimientos dependen de su impacto en la naturaleza, que en el caso de las mineras se sustentan en estudios geológicos previos para decidir la expansión física de la operación.

## **2.2. Planeamiento y Diseño de los Productos**

González (2014) manifestó que la competitividad en la que se encuentran presionadas las organizaciones hace que tengan que diseñar productos continuamente. Para satisfacer la demanda de sus clientes, se debe tener en cuenta que el producto/servicio es la esencia de ser de la empresa y en ello se debe reflejar el valor de toda la organización, debido a que determinará el tipo del proceso, el diseño de planta, las competencias del personal, así como los recursos necesarios y la forma de transporte, que determinan e influyen en todo el proceso.

### **2.2.1. Secuencia del planeamiento y diseño de los productos**

También Malagón, Martínez, Mora y García (2016) dijeron que, si bien el entorno en el que se desenvuelven las organizaciones, estas se ven presionadas a innovar para seguir operando, esas exigencias hacían que se mejore su gestión administrativa tradicional; es decir, que esta innovación nacía desde las necesidades del mercado o de aquellas que la empresa cree en sus consumidores. También mencionaron que se debe desarrollar un concepto o idea, luego se diseña un prototipo que se adapta a la operación y su producción. De modo más específico, Martínez y Huancaya (2017) plantearon que el mejor diseño de productos en minas dependerá de los objetivos que se deseen alcanzar como empresa en los ámbitos de responsabilidad social, sobre todo por el entorno en el que se desenvuelve; además de las proyecciones monetarias que se pretendan, y que con todo ello recién se procedía con la planeación.

### **2.2.2. Aspecto del planeamiento y diseño del producto**

Como se indica en la Figura 7, existe un ciclo técnico del producto, determinado por la viabilidad y el tiempo que este pueda permanecer en el mercado se referencia, así como su ciclo de madurez. Feijoó (2015) recalcó que el diseño de los productos en las mineras dependerá de las canteras y los productos que se puedan encontrar en ellas para canalizarlos al comercio. Es preciso mencionar que, entre producto y producto, el tiempo de cada etapa y cada etapa es variable; es decir, que existen productos que no siguen todas las etapas y/o que el tiempo de duración puede ser más corto o más amplio, lo cual dependerá de factores internos y externos siendo necesaria la realización de un análisis FODA (ver Figura 8).

### **2.3. Planeamiento y Diseño del Proceso**

Todo proceso está conformado por un conjunto de actividades interrelacionadas, que tienen como salida un producto bien o servicio, que ha sido elaborado con materia prima insumos y recursos que le otorgan un valor agregado (D'Alessio, 2012) (ver Figura 9).



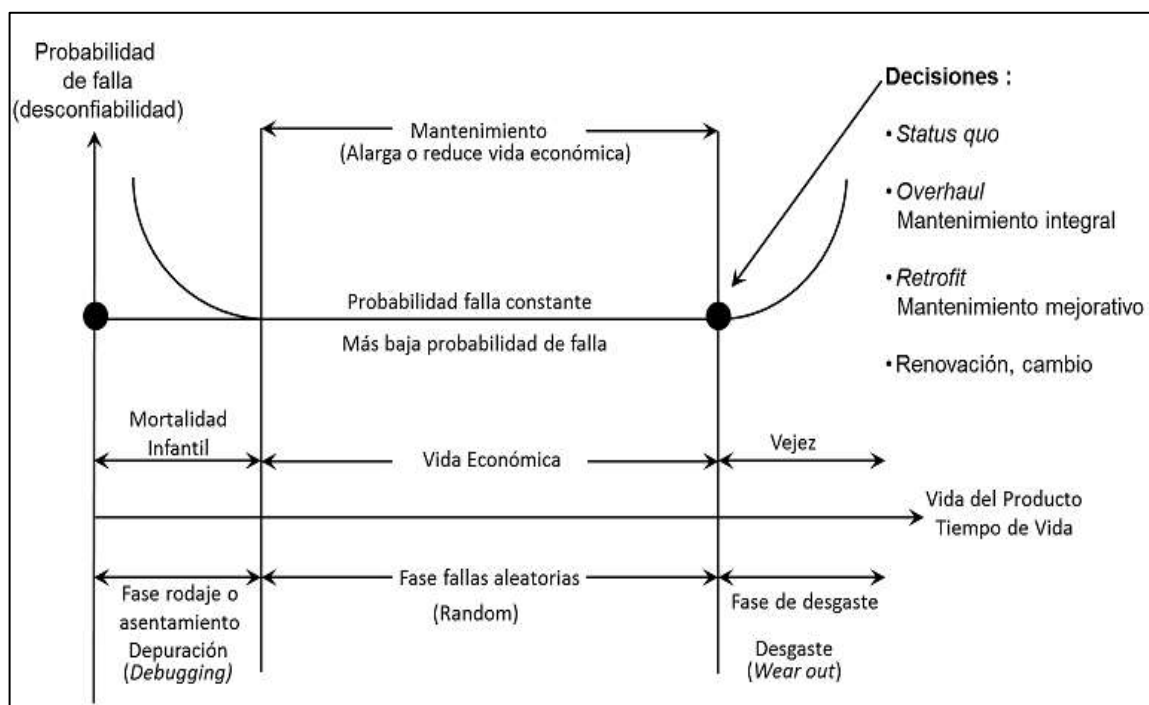


Figura 7. Ciclo técnico del producto.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 124. México D. F., México: Pearson.

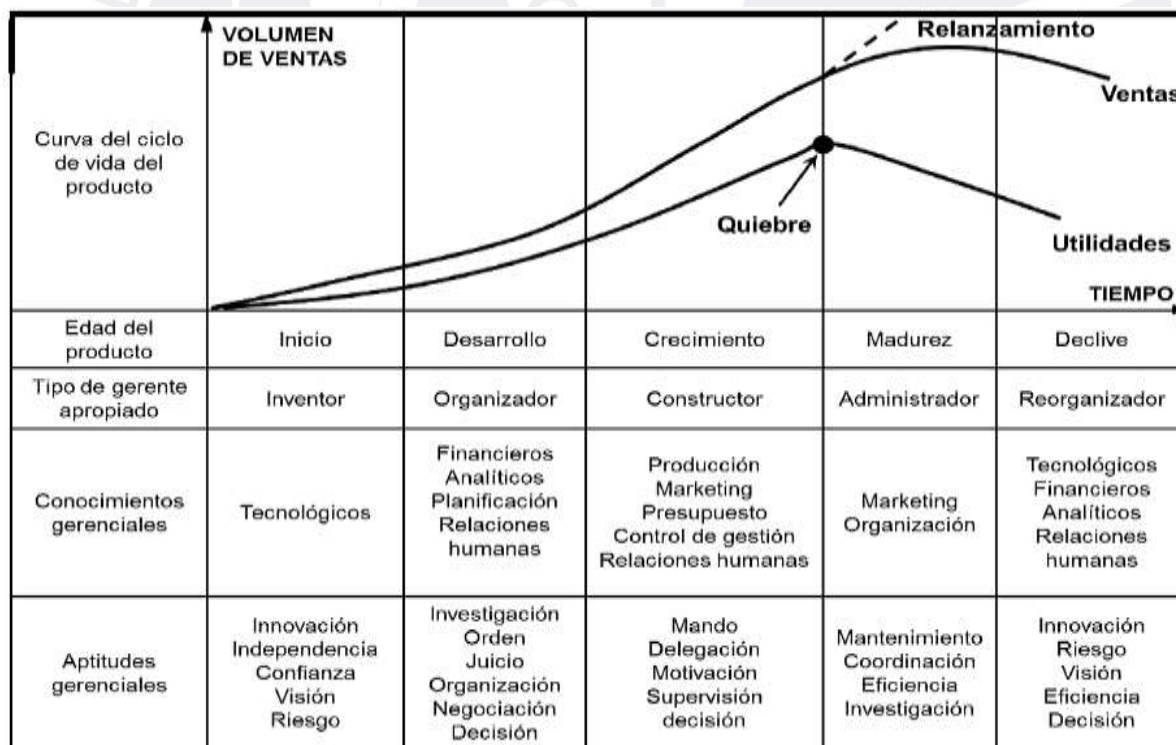


Figura 8. Ciclo de vida de marketing de un producto.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 124. México D. F., México: Pearson.





*Figura 9.* Diagrama de un proceso.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 124. México D. F., México: Pearson.

Según Reyes (2011), el planeamiento y diseño del proceso se vinculan con el presupuesto articulándose con los planes de las demás áreas operativas, buscando contribuir con un enfoque más participativo a los respectivos sectores a los que las organizaciones pertenezcan, y sobre todo al plan de desarrollo Nacional del país. Para Ricaurte Leguizamón (2015), los proyectos mineros se deben diseñar con procesos de producción progresivos, flexibles y variables, además de respetar los parámetros para la explotación respectiva. El objetivo principal del proceso es obtener los bienes y/o servicios a un costo y tiempo conveniente, mediante un sistema de trabajo apropiado. Las condiciones principales de un buen diseño de proceso dependen de modo esencial de la capacidad de la planta deseada y del diseño del producto. Por ello, es que debe prevalecer una interacción constante entre el diseño del producto y el diseño del proceso, con orden y comunicación para no afectar el desarrollo del producto (Schwabe-Neveu, Fuentes-Stuardo & Briede-Westermeyer, 2016).

#### **2.4. Planeamiento y Diseño de Planta**

El diseño y la distribución de planta de una empresa es un punto muy importante para el éxito o fracaso de una empresa, debido a que el ordenamiento físico de los elementos productivos, los espacios necesarios para el desplazamiento del personal, el almacenamiento de activos, etc., van a lograr que la operación se desarrolle con buen desempeño. Para ello, se debe recopilar información de la mina y del estudio geológico previo realizado en el sector, que ofrezcan detalles de vías de acceso, impactos, riesgos y peligros que puedan ocasionarse,

al recurso humano y al producto a extraer (Aza & Camargo, 2015). Ferrer (2016) planteó que en el diseño de las plantas mineras se debe considerar la altura y el talud del banco, bermas, interrampas y gradientes de rampas, para considerar el impacto y los cálculos de localización de la carretera lixiviación de metales, las distancias entre maquinarias, el suministro de agua y desagüe en metros cúbicos, que deben de llegar a un punto de integración total dentro de la planificación.

## 2.5. Planeamiento y Diseño del Trabajo

Según Híjar Sifuentes, Otiniano y Enrique (2015) el diseño de trabajo para minería debe basarse en las normas de calidad OHSAS 18001:2007, debido a la cantidad de riesgos laborales latentes. Las actividades que se le asignan a un trabajador o equipo de trabajo deben ser claras y específicas, con el fin de garantizar la comprensión de los trabajadores. De la misma manera, es importante socializar los manuales operativos para que el operador trabaje con un diseño que ha tenido un estudio previo y se han analizado sus posibles riesgos. Como se ve en la Tabla 5, el enfoque para el diseño del trabajo se sustenta en dos criterios: (a) el de orientación al objetivo, por el que se ha desarrollado técnicas cuantitativas como el estudio de movimiento y tiempos el mejoramiento de métodos, que llevan a direccionar las actividades laborales para que sean significativas; (b) el de orientación a la persona, que manifiesta incrementos en la productividad y en la calidad, como consecuencia de contarse con personal capacitado y motivado.

Tabla 5

### *Comparación de Algunas Características del Diseño del Trabajo*

Diseño del trabajo	Orientada al objetivo	Orientada a la persona
Énfasis	En el trabajo por completarse	En la contratación individual
Descripción del trabajo	Escrito al detalle	No escrito
Asignación del trabajo	Altamente especializado	Ampliamente diversificado
Capacitación en el trabajo	Específico y limitado	General y continuo
Métodos del trabajo	Altamente específicos	No especificados
Eficiencia	Medición objetiva inmediata	Medición a largo plazo

*Nota.* Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, p. 199. México D. F., México: Pearson.

La competitividad actual enfoca a las organizaciones a contar con personal especializado en aras de alcanzar una producción especializada o determinada en el menor tiempo posible, con valor, creatividad, calidad e innovación, para ser flexibles y competitivos (Valenti, Casalet & Avaro, 2008).

## **2.6. Planeamiento Agregado**

Otero y Torres (2016) mencionaron que dentro del plan de trabajo en cada una de sus actividades debe de agregarse valor, de tal manera que deberán eliminarse todas aquellas que no lo hagan, ya que, por consiguiente, distrae y desperdicia el tiempo productivo, así como el operativo del talento humano. La capacitación al personal se direcciona a mejorar las capacidades y habilidades con los que los trabajadores aportan a la organización. Por otra parte, la rotación del personal trae beneficios para descubrir potencialidades que muchos desconocían; sin embargo, suele causar resistencia al cambio dentro de los equipos. Asimismo, Núñez, Guitart y Baraza (2015) manifestaron que una estrategia nivelada persigue unos niveles constantes de producción a través del manejo de un número permanente de trabajadores, ya que las variaciones en inventarios no influyen.

## **2.7. Programación de Operaciones Productivas**

En la actualidad, el reto de las organizaciones reside en satisfacer a clientes cada vez más exigentes. En tal virtud, Mateo Doll (2001) indicó que se debe realizar una planificación detallada para distribuir todos los procesos productivos para, así, cumplir con los objetivos trazados por la empresa, de tal manera que se puedan considerar todos los riesgos que puedan afectar las operaciones y decidir la estrategia para actuar sobre los mismos. Para efectuar la programación, se analizan dos niveles importantes: el plan maestro global, constituido por grupos funcionales por un periodo promedio de un año; y disponer las cargas de las líneas de producción en periodos más cortos, de cuatro meses, en lo que se denomina Plan Maestro Detallado. Esto ayudará a tener un mejor control de las actividades realizadas en cada uno de

los procesos, de acuerdo con las respectivas necesidades.

Por consiguiente, para poder direccionar la organización hacia la optimización dentro de la programación, según Goldratt (1994) no se debe equilibrar la capacidad productiva sino el flujo de producción, considerando los procesos dependientes entre ellos. También mencionó que se debe realizar la programación a través de la teoría de restricciones, poniendo énfasis en:

- Reglas de gestión derivadas de la TOC: A la secuencia de la producción y las fluctuaciones estadísticas, que son sucesos impredecibles y no se pueden controlar. Determinar cuáles son los procesos cuellos de botella que afectarán a la optimización de los recursos dentro de la operatividad, además de que estos podrán tener un impacto en la generación de inventarios.
- Método de Tambor: El cual direcciona a la producción al ritmo de un tambor, cuyo compás vaya al ritmo del cuello de botella,
- Programación con DBR: Indica realizar una programación en momento presente, de tal manera que se pueda decidir qué producto se produce primero, la cantidad y el tiempo de la producción. Sin embargo, en el caso de tener cuellos de botella, se programa dependiendo de cuáles sean estos y donde están ubicados para analizar el impacto que ocasionarán a la producción.

Antes de decidir qué tipo de restricción se implementará, se debe de realizar un adecuado mapeo de los procesos que intervienen, definir objetivos, riesgos, procesos cuellos de botella, equipos que intervienen, decidir cómo explotar la restricción. Álvarez, Inche y Salvador (2014) determinaron que la mayor dificultad en las empresas no reside en programar las operaciones sino ejecutarlas según lo programado. Por ello, cada una de las áreas debe reconocer los procesos e identificar los cuellos de botella que puedan afectar la operación.

Los modelos de programación lineal amparan los programas de producción debido a que se pueden programar y controlar: (a) las demandas, (b) las capacidades, (c) datos y (d) finanzas, así como todo lo que incluya la operación de la organización (Anderson, Sweeney, Williams & García, 1999).

## **2.8. Gestión de Costos**

Sin duda alguna, los costos forman parte estructural de las empresas, por lo cual su adecuada administración repercutirá en los diferentes departamentos, formando parte integral de la gestión de la empresa. Esta, como unidad, tendrá un solo fin, que será alcanzar la rentabilidad, siendo influyente en las variables: calidad, eficiencia, eficacia, competitividad, equidad y entornabilidad (Machado, 2016). Los costos están basados en las actividades programadas, ejecutadas y proyectadas de la organización, siendo estos imprescindibles dentro del estimado y lo real. Asimismo, debe de existir un seguimiento a lo planteado con un tablero de control, para facilidad de medición del cumplimiento y el alcance de los indicadores.

Los costos permitirán interpretar los datos para la toma de decisiones, con uso de diversos instrumentos de medición a corto y largo plazo. Artieda (2015) mencionó que dichos instrumentos son parte de las herramientas estratégicas que utilizan las empresas para tener un mayor impacto en su gestión, teniendo relación además con la estructura piramidal, no obstante, si pertenecen a la mediana, pequeña o gran empresa.

Para Horngren, Foster y Datar (2007) los costos basados en actividades forman parte de las mejores herramientas. Dentro del sistema de costos, su eficacia depende no solamente de los detalles técnicos, sino también de los beneficios que se obtengan, como: (a) los costos indirectos, que se agrupan en grupos comunes de costos; (b) los costos indirectos integralmente se reconocen como costos a nivel de las unidades de producción. Galán (2012) mencionó que los sistemas de costos en producción dependen de cómo se deseen aplicar,

sean estos en órdenes o en procesos de producción. Para optimizar los costos en empresas de producción continua, es ideal calcularlos en producción por proceso, en el cual se deben incluir los que aportan a la transformación de materiales. La relevancia de implementar el sistema de costos por procesos dentro de las organizaciones relacionadas al inventario es llegar a establecer los costos promedios de producción en la sucesión de la fabricación, para la toma adecuada de decisiones comerciales, optimizando el tiempo y el producto en las unidades de producción (Sisalima & Zapata, 2016).

## **2.9. Gestión Logística**

De acuerdo con Bautista y Companys (2000) la logística es parte de un sistema productivo que va desde el proveedor hasta el cliente final, en el cual se consideran todos los procesos y etapas que intervienen dentro de la producción de un producto o servicio. Aguirre y Rodríguez (2007) consideraron a la logística como un componente integral para las decisiones estratégicas que puedan generar competitividad con el medio. Además, la dividieron en las siguientes etapas: (a) aprovisionamiento, (b) operaciones y (c) distribución; dentro de los principales componentes de la gestión logística, que es la base de la actividad productiva de la empresa, ajustándola hacia los objetivos propuestos. Su importancia radica en que si la gestión que se aplica no es buena tendrá, un efecto importante en toda la organización; si esta es buena, se optimizarán los procesos que podrían generar una ventaja competitiva.

En otro sentido, para las organizaciones los inventarios son procesos cuellos de botellas, que demandan altos costos de mantenimiento y son parte de la transición del modelo logístico (Alles & Alles, 2015). Por consiguiente, la gestión logística tiene un estrecho vínculo con las operaciones (Heering, Van der Erf & Van Wissen, 2004).

Ramírez, Valerio, Castillo y López (2016) concluyeron que el desarrollo de las competencias en logística tiene mayor relevancia dentro de las empresas, ya que comprende y

vincula todos los factores de la organización, como talento humano, recursos económicos y físicos, para aprovecharlos de manera adecuada. Cuando se habla de logística, no solo incluye a las empresas manufactureras, sino también a las de servicio, debido a que se considera el proceso que estas deben seguir para satisfacer las necesidades de los clientes. La gestión logística que la empresa aplique se relaciona con el posicionamiento en el mercado, además de ser una carta de presentación para proveedores y clientes, ya que dará apertura y facilidad hacia los mismos proporcionando procesos eficientes, gestionados de forma eficaz que impacten a nivel cuantitativo, rebajando los costos y por consiguiente aumentando la rentabilidad de la organización.

## **2.10. Gestión y Control de la Calidad**

Según Beltrán (2015) los sistemas de gestión de calidad son herramientas imprescindibles dentro de la auditoría financiera, ya que demuestran la incertidumbre o la confianza que se puedan manejar dentro de los procesos; es de gran ayuda que estos se alineen basados en una norma internacional que aporte a la estandarización de procesos dentro de la organización de los cuales no solo se pueda evaluar características específicas y cumplimiento si no también que todos estos procesos que se implementen sean sostenibles en el tiempo y aporten al desarrollo corporativo en el mercado beneficiando a los clientes internos y externos.

Chumpitaz (2015) mencionó que efectuar un control interno permitirá evaluar el grado eficiencia eficacia economía y productividad con lo cual se puede prevenir riesgos realizar un análisis de las evaluaciones de tal manera que se pueda optimizar más aún mediante la mejora continua, el aplicarlo influye en las áreas de tal manera que se maximice el entorno para el desarrollo de las actividades buscando la fidelización del cliente a través de su satisfacción. El involucramiento en todos los niveles de la organización promoverá un aprendizaje continuo, desarrollando actividades en equipo para superar adversidades en el



mismo sentido utilizar herramientas en la parte administrativa, así como operacional tomando sistemas de calidad propios en el caso de no poseer certificación de calidad debido a que estas son voluntarias direccionará a que su combinación integral logre la gestión de calidad sustentable a largo plazo (Ramírez & Álvaro, 2017). De la misma manera identificar las oportunidades de mejora para responder a las exigencias del cliente y su satisfacción deben incluir: (a) cubrir futuras posibles necesidades (b) reducir efectos no deseados (c) tener un sistema de gestión de calidad eficaz en proyección a la mejora continua (Lizarzaburu, 2016).

### **2.11. Gestión del Mantenimiento**

Dependiendo del tipo de empresa se enfocarán en procesos específicos, sin embargo, el mantenimiento aplica a todas, pero más aún a las manufactureras que debido a su logística requieren optimizarlos a través de la realización de estos con medios tecnológicos que agilicen la gestión y no retrasen la producción. El mantenimiento tiene impacto también en la competitividad de la empresa, así como el nivel de innovación y la complejidad de los sistemas que pueda utilizar, tanto en las áreas administrativas y operacionales, el cual siempre debe de definir objetivos, ambiente y capacitación para efectuar el mismo y garantizar su efectividad (Fuentes, 2015).

En todo caso Bautista y Riveros (2016) mencionaron que una de las herramientas más idóneas para realizar mantenimientos no sólo de equipos sino también de procesos dentro de la industria minera es a través del Lean Six Sigma por lo que podría ayudar a la optimización completa de los recursos e incrementos de la productividad. Unzueta-Aranguren, Goti-Elordi, Garitano-Aranda y Sánchez-Ganchegui (2014) consideraron que el proceso RCM en los mantenimientos que se justifican en la confiabilidad es apropiado para definir un mantenimiento preventivo inicial e ir progresándolo secuencialmente, optimizando el mantenimiento preventivo y autónomo para no llegar a un mantenimiento correctivo.

El desarrollo de la gestión de mantenimiento dentro de las organizaciones está



representado por cinco enfoques que señaló Mora (2009): el primero es el enfoque a las acciones de mantenimiento, donde se llevan a cabo las primeras acciones de mantenimiento con carácter correctivo; el segundo es el enfoque a la organización táctica de mantenimiento, en el cual las empresas orientan su forma de trabajo con carácter organizado y ordenado con orientación a la mejora de la productividad; el siguiente es el enfoque integral logístico de creación de una estrategia de mantenimiento, donde se busca medir y comprar los resultados obtenidos y determinar desviaciones del proceso; el cuarto es el enfoque hacia las habilidades y competencias del mantenimiento, relacionado con el desarrollo de competencias y habilidades del personal encargado del mantenimiento; el quinto es el enfoque hacia la gestión de activos, es la etapa final donde la organización maneja cabalmente las fases anteriores y donde se integra todo el conocimiento adquirido y las mejora practicas a fin de manejar los equipos considerados activos con flexibilidad.

## **2.12. Cadena de Suministros**

Gómez, Cano y Campo (2016) mencionaron que la cadena de suministros dentro de las empresas mineras se relaciona con sus proveedores desde los estudios geológicos transporte logística operaciones hasta la venta final del mineral en algunos casos con los productos elaborados a partir de la extracción así también enfocándose en el valor agregado mantenimiento y cada uno de los procesos que hacen posible que la empresa permanezca en el mercado. De la misma manera Sánchez y Altair (2016) indicaron que la cadena de suministros y la logística va directamente proporcional hacia la utilización de herramientas que ayuden y faciliten la gestión de la organización tales como la aplicación de Lean Six Sigma para mejora de procesos ya que depende de cómo se organice direccione y administre la cadena de suministros ocasionará los resultados en la parte cuantitativa de la empresa. Para Coyle, Langley Jr, Novack y Gibson (2013) integrar toda la cadena de producción con finanzas desde el proveedor hasta el cliente final logrará un mejor control dentro de sus

procesos.

### **2.13. Conclusiones**

Finalmente se concluye que se deben de integrar todas las teorías mencionadas para poder realizar un adecuado diagnóstico, utilizando herramientas que permitan conocer cada una de las áreas y la forma en la que funcionan dentro de la organización para proponer opciones de mejora que ayuden a cumplir los objetivos corporativos.

Se determina la importancia de trabajar de forma integral con todos los niveles de la organización, misma que ayudará a un desempeño idóneo colaborando en la toma de decisiones. La ubicación y el dimensionamiento de la planta dependen de las necesidades de la producción, para el caso de este estudio inicia de un estudio geológico para la extracción del mineral, así también la cantidad de procesos que se deben de dar dentro de la operación para la obtención del producto final, entre otros factores se encuentran la accesibilidad del talento humano hacia la plata, facilidad de servicios básicos, maquinaria, tecnología, etc.

El diseño del proceso va alineado al diseño del producto, debido a que es importante cada desarrollo que influye en la obtención del producto final, así como en la satisfacción del cliente y la flexibilidad en los procesos. Los costos de acuerdo a las operaciones deben de canalizarse de la manera más óptima incluyendo los directos e indirectos que infieren en cada proceso, con el objetivo de optimizarlos obteniendo un mayor aprovechamiento de los recursos, debido a que no siempre todos los sistemas funcionan en todos los tipos de organizaciones. Dentro de la cadena de suministros se consideran áreas como las de mantenimiento, logística, costos, operaciones, calidad, inventarios, talento humano, transporte, entre otras, las cuales deben de trabajar de manera integral para un óptimo desempeño de la empresa

### **Capítulo III: Ubicación y Dimensionamiento de la Planta**

En el presente capítulo se describe la ubicación actual de las operaciones de Poderosa y la capacidad instalada de su planta de procesamiento de mineral, para luego pasar a realizar un análisis con la propuesta teórica de manera que pueda confirmarse la correcta ubicación y dimensionamiento o en todo caso determinar oportunidades de mejora que se tendrían que plantear para que la organización mejore el desempeño de sus operaciones.

#### **3.1. Dimensionamiento de Planta**

Poderosa es una empresa aurífera de mediana envergadura cuyos yacimientos de mineral se encuentran ubicados principalmente en el distrito y provincia de Pataz. Inició sus operaciones en 1982 con la explotación de vetas auríferas usando métodos subterráneos convencionales y mecanizados con un tratamiento en su planta de beneficio de 120 TMD. Con el crecimiento de los recursos minerales evidenciados por el proceso de Geología entre los años 90 su capacidad instalada creció a 500 TMD. Actualmente cuenta con una planta de tratamiento para tratar 800 TMD de mineral aurífero dócil, es decir que la lixiviación de oro requiere de reducir de tamaño al mineral a la granulometría de 95% menor a malla 200 (norma ASTM) para que el 93% del oro proyectado a recuperar este expuesto al proceso de cianuración.

Como organización Poderosa tiene un tratamiento de 1300 TMD de mineral, siendo 700 TMD en su unidad de producción Maraón y 600 TMD en su unidad de producción Santa María. Para el desarrollo del presente DOE no se tomará en cuenta la unidad de producción de Santa María debido a que se encuentra en proceso de crecimiento a una ampliación de 1000 TMD y la información que se analizaría sufriría variación no siendo beneficiosa para la empresa. En el caso de Maraón la producción es estable en su desarrollo desde hace cinco años por lo tanto presenta un escenario propicio para su análisis.

Por lo expuesto, Poderosa cuyo negocio es la producción de oro con una demanda de

compra asegurada de su producto, solamente es afectada en su rentabilidad en estaciones por la caída de precios marcado por el mercado internacional. Por lo tanto, en este caso el dimensionamiento de la planta de procesos y el desarrollo de la mina tiene una influencia directa por la cantidad de onzas de oro que la organización decide producir, más no por la demanda del cliente. Para su análisis en la Tabla 6 se adjunta el programa de producción del año 2017, donde se aprecia las onzas a producir, toneladas a procesar y la capacidad de planta instalada.

D'Alessio (2012) consideró dos aspectos que deben tenerse en cuenta en el dimensionamiento de plantas: economías de escala y variables de la capacidad. Respecto a las economías de escala, Poderosa es influenciada por las reservas de mineral aurífero, así como los recursos que dispone para definir si amplía su capacidad instalada o la mantiene; también de la permanencia de las características mineralógicas, físicas y químicas del mineral que asegure su recuperación del 93% de acuerdo a las pruebas de laboratorio e industrial sobre lo cual se diseñó la planta.

Si estas características mencionadas sufren algún cambio, va a influir en la capacidad también del proceso; por ejemplo, si la dureza del mineral sube hay mayor recirculación de mineral en el proceso, por lo tanto, menor ingreso de mineral fresco para tratamiento. Se realizará una rápida evaluación de las variables que influirían en la capacidad de planta:

- El nivel de la demanda (pronóstico): En este caso la necesidad de capacidad en el tiempo es dada por los recursos de minerales existentes, así como el planeamiento estratégico de la organización, es decir, el mineral y la ley de oro, en cierto grado los precios internacionales de la onza de oro influyen en el crecimiento de la capacidad de desarrollo de la mina y en la planta de procesamiento de mineral.
- La gama de productos: En Poderosa se procesan 700 TMD de mineral para obtener como único producto el bullón de oro, por lo que no hay pérdida de tiempo

Tabla 6

*Proyecciones de Gestión 2017- 2021*

Área	Parámetros de gestión	2016 (proy.)	Metas				
			2017	2018	2019	2020	2021
Geología	Avance DDH (m)	29,366	44,800	46,000	42,000	48,000	48,000
	Tonelaje de recursos <sup>TM</sup>	1'209,257	1'241,541	1'362,962	1'385,276	1'481,674	1'481,674
	Ganancia de recursos Tm	422,193	427,541	588,421	558,314	639,398	550,000
	Onzas de reservas (oz)	652,323	702,245	770,923	783,545	838,070	838,070
	Ley de recursos (gr/Tm)	16,78	17,59	17,59	17,59	17,59	17,59
	Vida de la mina (años)	3,1	3,1	2,7	2,5	2,6	2,7
Mina	Avance h + v + operación (m)	32,779	41,297	37,998	34,783	39,482	39,482
	Avance h + v (m)	19,924	23,699	24,281	22,227	25,229	25,229
	Ratio de ganancia <sup>TM</sup> /metros avances	12	16	16	16	16	16
	Mineral enviado a planta (Tm)	354,917	379,100	450,000	516,000	520,000	524,000
	Ley (gr/Tm)	13,14	13,52	13,52	13,52	11,68	11,68
	Finos enviados a planta (oz)	138,542	150,225	195,592	224,279	195,271	196,773
Labor asignada	Mineral enviado a planta (Tm)	15,385	16,156	17,000	20,000	23,000	26,000
	Ley de cabeza calculada (gr/Tm)	36,11	37,36	34,00	32,00	30,35	31,24
	Finos enviados a planta (oz)	15,692	17,620	18,583	20,576	22,441	26,115
Total mina + labor asignada	Mineral enviado a planta (Tm)	370,302	395,256	467,000	536,000	543,000	550,000
	Ley de cabeza calculada (gr/Tm)	12,95	13,21	14,26	14,21	12,47	12,60
	Finos enviados a planta (oz)	154,235	167,845	214,175	244,855	217,711	222,888
Acopio cateo libre	Mineral enviado a planta (Tm)	89,231	93,844	88,000	81,000	74,000	67,000
	Ley de cabeza calculada (gr/Tm)	25,65	25,06	25,00	24,00	23,00	23,00
	Finos enviados a planta (oz)	63,868	66,920	70,732	62,501	54,721	49,544
Plantas	Tratado (Tm)	459,534	489,100	555,000	617,000	617,000	617,000
	Ley de cabeza calculada (gr/Tm)	16,33	16,52	15,97	15,49	13,73	13,73
	Recuperación (%)	90.53%	90.37%	91.00%	91.00%	91.00%	91.00%
Mantenimiento	Despachado a lima (oz)	218,103	234,765	259,265	279,694	247,913	247,913
	Total energía (Mw-hr)	64,003	63,890	73,260	81,444	81,444	81,444
Recursos humanos	Rendimiento Tm/hombre - año	111,96	110,82	115,00	120,00	123,00	123,00
	Trabajadores	3,316	3,526	3,913	4,300	4,228	4,260
Plantas	Capacidad instalada (Tm/día)	1,300	1,340	1,640	1,840	1,840	1,840
	Planta Marañón	700	740	740	740	740	740
	Santa maría	600	600	800	800	800	800
	Planta Carhuacoto acopio			100	300	300	300

*Nota.* Tomado de “Plan anual,” por Empresa Poderosa, 2014

por preparar la planta para producir otro producto.

- La tecnología del proceso: Las bases de todo proceso de mineral obtenido de minas subterráneas demandan de equipos tradicionales para reducir de tamaño, lixiviar en tanques, recuperar oro con polvo de zinc, filtrar y fundir el precipitado. Existe tecnología que ayudaría a incrementar la capacidad de tratamiento con el mismo dimensionamiento de la planta, es este caso sucede cuando en el mismo proceso se mide el tamaño de partícula post reducción de tamaño que ayuda a optimizar la carga circulante en el proceso, es decir las partículas que ya han cumplido con su tamaño adecuado para ser lixiviado ya no retorna al proceso de reducción de tamaño, por consiguiente pasaría a las siguientes etapas de lixiviación y recuperación del oro logrando que se incremente la carga fresca de mineral. Este crecimiento de tratamiento de mineral tiene un límite debido a que es controlado por la autoridad competente que fiscaliza que no se supere las toneladas tratadas de mineral. Otra oportunidad de mejora por tecnología del proceso, consiste en incrementar la ley de oro con el mismo tonelaje extraído de mina, implementando equipos en interior mina que mejoren la eficiencia en separar el material inerte (mineral sin el recurso valioso) del mineral que tiene el recurso valioso; esto origina que se traslade el mismo tonelaje de mineral al proceso con una mayor ley.
- El tipo de maquinaria a utilizar: El tipo de mineral a procesar, así como las pruebas de laboratorio metalúrgico y a nivel industrial que han proporcionado la mayor recuperación de oro han definido las máquinas que fueron instaladas en cada etapa del proceso con la finalidad de alcanzar los resultados programados, por lo tanto, los equipos usados son especiales.
- El rendimiento del recurso humano: En este caso existen especialistas en cada

proceso con personal de mando medio y personal de línea capacitado en su especialidad con la orientación al logro de los objetivos, y

- La ubicación de la planta: En definitiva, la materia prima más importante se encuentra alrededor de la planta de proceso por lo tanto la planta trabaja a máxima capacidad.

### **3.2. Ubicación de Planta**

El proyecto minero, políticamente se ubica en el distrito y provincia de Pataz del departamento de La Libertad. Geográficamente, se ubica en los parajes de los Cerro San Francisco, Gembón y Chunturco, además de las quebradas Santa María, La Quinta, Cuy Muy y Honda de la subcuenca del río Hualanga – francés. El Tingo y Lavasen a una altitud que varía entre los 1 200 msnm y 3 200 msnm, dentro de la Zona de Amortiguamiento del Área Natural Protegida del Parque Nacional del Río Abiseo. En este caso los depósitos de mineral, el tipo de proceso (explotación subterránea), el tamaño de la planta para el procesamiento de mineral, el volumen, así como el costo del proceso son los factores primordiales que definieron la ubicación de la planta. Para obtener un kilogramo de oro debemos procesar aproximadamente 120 toneladas de mineral con una ley promedio de 10 gr/Au por tonelada, entonces económicamente no resultaría rentable que la ubicación de la planta de procesamiento este a una distancia considerable de su proveedor que es mina, considerando que los vehículos que transportan mineral con una capacidad máxima de 22 toneladas tienen un costo por hora de trabajo de S/100.00 nuevos soles.

Considerando que el proceso de producción es una mina, es importante contar con buen espacio demográfico para el manejo de mineral, desmontes y relaves que son los que mayor área necesitan, en este caso la ubicación de la planta acertó con este factor de ubicación. También la ubicación actual de la planta permite generar empleo en las comunidades cercanas apoyando en su desarrollo económico y social. La disponibilidad de



agua fue un factor importante en su ubicación. Dentro de todos los factores los más importantes son: la disponibilidad del mineral, área geográfica y el recurso hídrico; tratar el mineral cerca de la concesión minera reduce fuertemente los costos operativos.

Por consiguiente, la ubicación de la planta cerca al proceso de minado es lo más adecuado; también se sustenta su ubicación dentro de las operaciones por el alto costo de transportar toneladas de mineral a distancias considerables sumado al requerimiento de grandes áreas de terreno para depositar los desmontes y relaves. La mano de obra, insumos indirectos, en este caso son factores secundarios que no influyen en la ubicación de la planta. Respecto al tema social, inicialmente cuando se da inicio a las operaciones mineras no había comunidades que colinden con las operaciones, estas se han instalado con el transcurrir del tiempo por ello en su momento este factor no fue crítico. No se puede omitir los requisitos legales que también afectan en la decisión de la ubicación de la planta.

En este caso considerando que la empresa tiene sus operaciones desde el año 1982 las leyes gubernamentales no era un factor preponderante que afectara en la ubicación de la planta; en la actualidad la diversidad de la normativa ambiental y social si juega un papel importante en la ubicación de la planta. Poderosa se ha adecuando a la normativa vigente a través de la actualización de los instrumentos de gestión ambiental, pero no necesariamente afectan en la ubicación de la planta. A manera de hacer un ejercicio de ubicación correcta de la planta dentro de las operaciones, se aplica la teoría de Monks con su método de ponderación cualitativa de los factores estableciendo como base el distrito de Pataz donde está el mineral, siendo las zonas propuestas las plantas Vijus, Revolcadero y Cedro.

En la Tabla 7 se menciona los factores relevantes que influenciaron en la decisión de la ubicación de la planta de procesos fueron: disponibilidad de agua, área demográfica para manejo de relaves, clima social, por lo tanto, la ubicación actual de la planta incluso ha permitido crecer en su capacidad de tratamiento. Se debe corroborar que la planta de

procesamiento pueda operar con normalidad a un costo razonable en su ubicación actual, estando cerca de su proveedor (a la mina para controlar los costos de traslado), que esté en zona de amortiguamiento (zonas protegidas por SERNANP), cerca de fuentes de agua, así como abastecimiento de energía, pero no menos importante en una zona para depositar los desmontes y relaves. El futuro de las reservas de mineral y su comportamiento mineralógico también en su momento tendrá un peso importante en el costo.

Tabla 7

*Planta de Procesamiento del Mineral*

Planta de Procesamiento de Mineral							
Factor relevante	Peso	Vijus		Revolcadero		Cedro	
		Escala	Valor	Escala	Valor	Escala	Valor
Aprovisionamiento de materias primas	0,2	8	1,6	9	1,8	7	1,4
Mano de obra	0,05	4	0,2	4	0,2	4	0,2
Influencias climáticas	0,05	5	0,25	5	0,25	3	0,15
Energía y agua	0,15	6	0,9	4	0,6	4	0,6
Eliminación de residuos	0,15	8	1,2	8	1,2	6	0,9
Zona de amortiguamiento	0,1	6	0,6	6	0,6	4	0,4
Clima social	0,15	8	1,2	6	0,9	4	0,6
Mercado	0,05	5	0,25	5	0,25	5	0,25
Seguridad	0,1	5	0,5	3	0,3	2	0,2
Total			<b>6,7</b>		6,1		4,7

*Nota.* Adaptado “Poderosa en cifras,” por Poderosa, 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

### 3.3. Propuesta de Mejora

En este caso particular las labores de mina, así como la planta de procesamiento están ubicadas dentro de las concesiones mineras donde se encuentra el recurso mineral para ser procesado y obtener el bullón de oro. El dimensionamiento de la planta depende de los recursos minerales, además del permiso ambiental con el que cuente la organización, más no por una economía de escala o mayor demanda del mercado por el producto que produce Poderosa. Por lo tanto, no se identifica una propuesta de mejora en la ubicación y dimensionamiento de la planta en las operaciones de la empresa debido a:

#### Dimensionamiento:

- El dimensionamiento de la planta depende de los recursos minerales, el plan estratégico de crecimiento de las operaciones y recursos financieros disponibles.
- El mercado de la compra de oro siempre está disponible a recibir la cantidad de oro que se produzca, por lo tanto, mientras más oro se produce más oportunidades de ventas.
- Los equipos variaran en tamaño y tecnología según el plan de crecimiento definido por la alta dirección.

#### Ubicación:

- El 100% de la materia prima principal, áreas demográficas para relaveras, desmonteras y los recursos hídricos determina la ubicación de la planta; el resto de componentes se alinean a dicha determinación.
- El mínimo traslado por superficie del mineral de mina a planta también confirma que la ubicación de la planta es la adecuada, volquetes no recorren más de 10 minutos.
- Muy cerca de la planta hay una quebrada activa (*presencia de agua continua*) que permite aprovechar el agua continua para generar energía eléctrica y parte del caudal se aprovecha en las operaciones metalúrgicas y uso doméstico.
- Los clientes están en el extranjero y lo que requieren es el oro, por lo tanto, extraer el oro del mineral y fundir para obtener el bullón en el lugar actual es lo más acertado.

### 3.4. Conclusiones

- Los factores que ha considerado Poderosa para definir la ubicación de sus operaciones fueron: la fuente de la materia prima (mineral) considerando que se extrae y procesa miles de toneladas de mineral para producir el bullón del oro, en

definitiva, este es el primer y más importante criterio que ha permitido definir la ubicación de la planta de procesos.

- Otro factor, pero no menos importante es la disponibilidad permanente del recurso hídrico y disponibilidad de áreas libres para la construcción de los componentes necesarios para el desarrollo de las labores mineras, así como la instalación de la planta; en este caso la ubicación actual ha permitido satisfacer el requerimiento de este criterio.
- En el futuro con el comportamiento de las reservas de mineral de acuerdo al lugar donde estos se presenten según concesiones autorizadas. Poderosa tendrá que evaluar el costo/beneficio de reubicar la planta de procesos o transportar el mineral mediante volquetes. Actualmente la distancia entre las labores de mina y la planta tiene en promedio tres kilómetros, debido a que por interior mina a través de comunicaciones por carros mineros el mineral es depositado en una tolva final para el carguío por volquetes.
- Respecto al dimensionamiento y/o capacidad de la planta los factores influyentes son la disponibilidad de los recursos minerales y la ley de oro. Si hay reservas suficientes que favorece al plan estratégico de la organización se gestiona el permiso y autorización ambiental para que la capacidad instalada de la planta pueda crecer y de esta manera incrementar la producción. En este caso la producción no depende del mercado, tampoco de la competencia, sino de los recursos minerales.
- El avance de los trabajos de prospección y exploración aportan al plan estratégico de la empresa, si la profundización de estos trabajos indica reservas con otras características de mineral diferentes, Poderosa definirá si realiza cambios en su proceso estandarizado, construir una nueva planta para este tipo de mineral en la

misma ubicación o en una nueva. Por el momento no se presentan estos escenarios que permitan evaluar las alternativas.

- En síntesis, la ubicación del proveedor de la materia prima (concesiones) y espacios para instalaciones auxiliares han definido la ubicación, así como el dimensionamiento de la planta, no ejerciendo influencia la ubicación del consumidor, considerando que estos clientes se encuentran en el exterior del país. Por tanto, la ubicación y dimensionamiento de la planta en Poderosa está alineado a las recomendaciones de autores e investigaciones relacionados a la materia.



## Capítulo IV: Planeamiento y Diseño de los Productos

En este capítulo se revisará los pasos considerando que la empresa Poderosa tiene un producto estandarizado, así como los aspectos para el planeamiento y diseño del producto. Cabe recalcar que en la Poderosa se tiene el proceso de planeamiento e ingeniería dedicado al diseño y desarrollo de la mina, así como a la gestión de los proyectos de inversión.

### 4.1. Secuencia del Planeamiento y Aspectos a Considerar

D'Alessio (2012, p. 120) “el aspecto más importante en la gestión empresarial es el planteamiento y diseño del producto debido a que no existe otra forma para el éxito empresarial que no sea el producto de calidad, así como buen costo para los mercados que lo necesitan.” El diseño del producto afecta los requerimientos del diseño del proceso, diseño de planta, y los requerimientos de habilidades del personal. Por lo cual, es importante que el diseño del producto primero sea validado por la alta dirección asegurando que la voz del cliente se escuchó, entendió e interpretó de manera correcta, misma que se encuentra plasmada en el producto que se diseñó. Para el caso de estudio a nivel de fundición el producto es el bullón de oro y en refinerías son las barras refinadas de alta pureza. Se presenta el ejercicio de comparar la situación actual con los pasos, aspectos para el desarrollo y diseño del producto, así como los aspectos que consideran los clientes:

- Generación de la idea: No se estableció encuestas, ni estudios de mercado para diseñar el producto, debido a la necesidad continua por la compra del oro, porque es un producto comercializable en el mundo por naturaleza. La pregunta en su momento pudo haber sido respecto al diseño del producto: ¿Se extrae mineral y se procesa a través de un tercero?, ¿Se debe extraer y procesar mineral, vendiendo concentrado de oro y plata?, ¿El producto deberá ser bullón o barra refinada? La situación actual es que Poderosa cuenta con una fundición para obtener el bullón de oro.

- Selección del producto: No hubo necesidad de evaluar distintas ideas del producto, debido a que el mismo no requiere de atributos definidos (considerando que en el mercado hay flexibilidad para su compra en las distintas formas), motivo por el cual se evaluaron variables del contenido metálico que contenga el producto final. La decisión de la forma final del producto influye en los intereses de la empresa, específicamente en el costo de transporte y la seguridad durante el traslado. Los pioneros decidieron darle un valor agregado al producto implementando un proceso de fundición de precipitado de oro y plata siendo el producto el bullón, de tal manera tanto su almacenamiento, así como el traslado aéreo es más económico con menos riesgo.
- Diseño preliminar: La propuesta inicial fue producir concentrado de oro y plata, pero por su alto costo en el traslado (Pataz-La Libertad a Lima), la seguridad, así como por la importancia de la calidad, la directiva decidió obtener como producto final el bullón de oro, mismo que facilitaría al cliente comprarlo y procesarlo en una refinería.
- Construcción del prototipo: Queda claro que el producto final es el oro, en fundición se establecieron distintos tamaños y modelos de lingoteras (moldes) para realizar la colada del metal fundido.
- Pruebas: El producto puesto en el mercado es el bullón con pesos de hasta 25 Kg, de contenido promedio de 60% de oro. También se colocó en el mercado barras refinadas de 10 Kg, con contenido de oro de 99.9%. La falta de capacidad tecnológica para tratar los gases de la refinación ha detenido este proceso.
- Diseño definitivo del producto: El Bullón de oro con pesos de hasta 25 Kg, con contenido promedio de 60% de oro. En resumen, el oro es un producto con una gran demanda, su presencia dentro de la mineralogía (insumo – mineral) define el



proceso, la tecnología, la calidad de la mano de obra, de tal manera que el diseño y desarrollo de este producto no cumple los pasos establecidos hasta colocarlo en el mercado. Se podría mejorar la presentación del producto con un beneficio en los costos si se retomara la última etapa de refinación.

Aspectos del planeamiento del proceso:

- Características (variables): En este caso se implementó el laboratorio químico para analizar los contenidos de oro, plata, plomo, arsénico y cadmio. Los dos primeros son los metales valiosos, los tres restantes aplican penalidad si sobrepasa especificaciones del cliente.
- Tecnología conocida y probada para la producción: La caracterización mineralógica y las pruebas metalúrgicas definen la tecnología que se tiene que aplicar, en este caso si se realizó, además se determinó un sistema de tratamiento de mineral con molino de bolas, agitación, espesamiento, precipitación y fundición.
- Conocimiento del personal para producirlo: Cuenta con Ingenieros y Técnicos Metalurgistas.
- Normativa existente: Se tiene permisos y autorizaciones del gobierno. Cumple con regulaciones de emisiones, vertimientos y residuos sólidos.
- Posibilidades de fabricación con los procesos conocidos: Dentro del mercado existen los equipos para la tecnología seleccionada: molino de bolas, chancadoras, tanques espesadores, tanques agitadores, filtros prensa, hornos de fundición, etc.
- Disponibilidad (confiabilidad y mantenibilidad): En este caso no aplica para el producto de Poderosa.
- Costo: Cuenta con un centro de costos centralizado en el departamento de costos y presupuestos.

- La Minera Poderosa implementó seis de los ocho aspectos del planeamiento, así como
- el diseño del producto, no siendo aplicable la confiabilidad y mantenibilidad, debido a que el oro producido aún es una materia prima para otros productos.

Dentro de los aspectos que consideran los clientes, se encuentran solamente la conformidad con las especificaciones y la disposición del servicio tendría relación con el producto de Poderosa.

#### **4.2. Aseguramiento de la Calidad del Diseño**

Poderosa cuenta con la certificación en ISO 9001: 2008 (para el 2018 debe estar certificado en la ISO 9001:2015), siendo uno de los requisitos Diseño y Desarrollo del Producto, por lo cual dentro de su manual del sistema integrado de gestión menciona la exclusión de este requisito, por tratarse de un proceso rígido, diseñado para obtener un solo producto, el bullón de oro, el cual es un producto aceptado en cualquier mercado y su demanda es constante, teniendo como una única variable que afecta al proceso como consecuencia del mercado, haciendo referencia a la variación del precio de la onza de oro, por lo cual el precio lo establece el mercado y no la empresa.

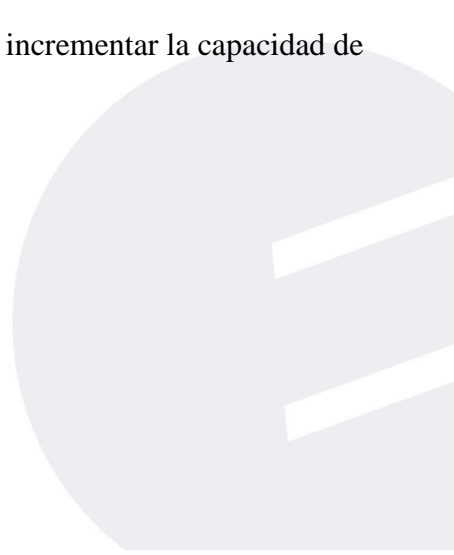
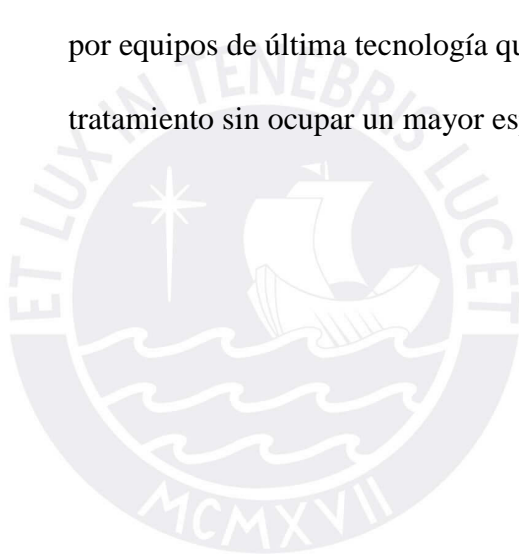
#### **4.3. Propuesta de Mejora**

Al no aplicar el planeamiento y diseño del producto no se puede evidenciar debilidades que planteen oportunidades de mejora.

#### **4.4. Conclusiones**

- La minera Poderosa dentro de su alcance de certificación ISO 9001:2008, respecto al requisito 7.3 diseño y desarrollo del producto, el cual fue excluido debido a la naturaleza del mismo, ya que las características de este son proporcionadas por los clientes.

- La planificación y diseño del producto no aplica debido a que es un único producto pese a ser insumo para obtener productos finales como, por ejemplo: joyas, relojes, microprocesadores para computadoras, etc.
- Debido a los costos Poderosa decidió obtener como producto el bullón de oro y no el precipitado y/o concentrado como otras empresas lo han definido.
- Indistintamente de que se genere un solo producto es requisito que el bullón en peso cuente como mínimo 50% de oro, menos de 2% de plomo y menos de 0.1% de arsénico y cadmio; estas son especificaciones técnicas del cliente.
- Los equipos seleccionados para producir el bullón de oro son estandarizados de acuerdo al proceso selecto, lo que sí podría suceder en el tiempo es reemplazarlos por equipos de última tecnología que permita incrementar la capacidad de tratamiento sin ocupar un mayor espacio.



## Capítulo V: Planeamiento y Diseño del Proceso

El presente capítulo mostrará el análisis del planeamiento y diseño del proceso de Poderosa para obtener su producto.

### 5.1. Mapa de los Procesos

Cada proceso en la organización cuenta con su diagrama de entrada y salida, con sus propios objetivos operativos, de seguridad y calidad ambiental; el personal que lo integra tiene las competencias adecuadas, guiándose como referencia de su respectivo manual de funciones, los procedimientos de trabajo y de gestión. Si solamente se trabajará con un enfoque funcional la comunicación solo sería vertical, buscaría cumplir sus objetivos sin tomar en cuenta la afectación del proceso siguiente y quizá el logro de sus objetivos no necesariamente aporte en el objetivo organizacional.

Si este enfoque funcional se alinea al diagrama de entrada y salida del proceso antecesor y precesor, siempre cada proceso va a considerar que tiene un proveedor, así como un cliente interno; por lo tanto, el enfoque funcional logra conjugarse con el de procesos cuando se integra al proceso los proveedores y clientes, que tienen sus objetivos y metas alineados al objetivo organizacional. Un enfoque en procesos sería el más recomendable porque permite no solamente pensar en el propio proceso sino de manera solidaria buscar que cada proceso que afecte y sea afectado por las operaciones de la empresa logre sus objetivos. En este caso los proveedores de planta son: mina, recursos humanos, mantenimiento, laboratorio químico, logística, etc., y los clientes de planta son los compradores del bullón de oro, el medio ambiente, el gobierno, etc., este enfoque permite cumplir con todos los *stakeholders* relacionados al proceso que se maneja en Poderosa. Con esta introducción, se analiza el mapa de procesos de Poderosa que se muestra en la Figura 10.

Se encuentran claramente definidos los tres tipos de procesos que la empresa ha considerado: procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de soporte relacionados

horizontal y verticalmente, considerando tanto en la entrada como en la salida los grupos de interés, teniendo una retroalimentación hacia el proceso.

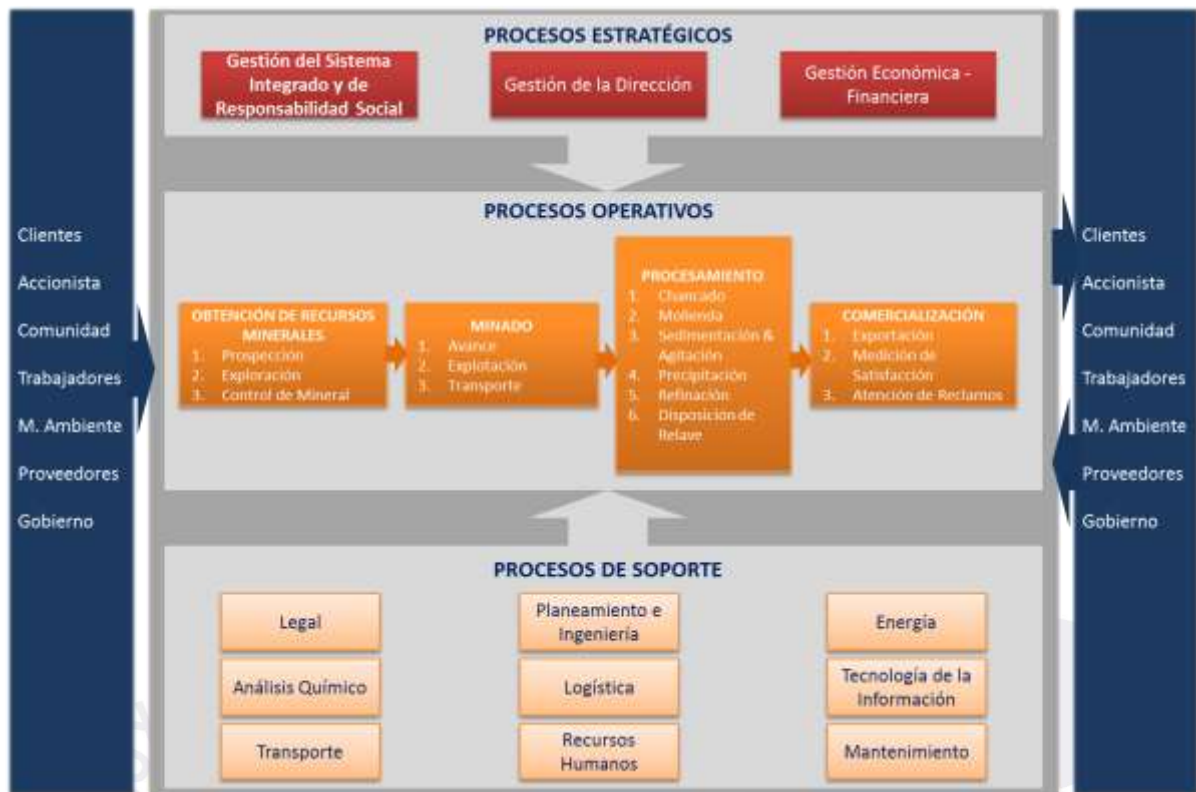


Figura 10. Diagrama de los procesos.

Adaptado de "Poderosa en cifras," por Poderosa, 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

Un proceso operativo es aquel que transforma las entradas dándole un valor agregado para obtener un producto con valor económico. Como se indica, los procesos operativos que ha considerado Poderosa son: Obtención de Recursos Minerales-ORM (Geología), Minado, Procesamiento y Comercialización, respecto a las funciones principales de estos procesos se puede mencionar:

- Geología: Prospección, exploración y control de mineral (reservas y recursos de mineral).
- Minado (mina): Con la información de Geología plasmado en un planeamiento de mina, explota el mineral y lo traslada hasta la planta de procesamiento.

- **Procesamiento (planta):** Procesa y transforma el mineral hasta obtener el bullón de oro.
- **Comercialización:** Se encarga de las ventas del producto y servicios post venta.

Por lo demás el mapa de procesos integra de manera clara en su cadena de suministro a todos los actores que afectan o son afectados con el producto final y los aspectos ambientales que se puedan generar; es decir considera a sus proveedores, así como clientes dentro del proceso con la finalidad de asegurar el logro de los objetivos planteados y la retroalimentación que se recibe por parte del cliente.

## **5.2. Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP)**

No se ha evidenciado un DAP para mina y planta por lo que más adelante se propone en la propuesta de mejora un DAP alineada al nuevo mapa de procesos. Para entender claramente las actividades de mina y planta se presenta un resumen:

- **Mina:** Este proceso en las operaciones actuales está definido en tres sub procesos: avance, explotación, extracción, transporte de mineral y desmante. Los sub procesos de avance, así como explotación realizan actividades similares, pero con distinta intensidad. A continuación, se explica brevemente:
- **Avance:** Son labores que se realizan para hacer posible la explotación del mineral con valor económico contenido en el yacimiento localizado en los bloques de mineral. Se realizan labores mineras para determinar el tonelaje y las leyes del mismo, se construyen los accesos e instalaciones que hagan posible la explotación. Se ejecutan galerías, cruceros, chimeneas, rampas y subniveles. Asimismo instalaciones de servicios de energía, agua, aire comprimido y conductos de ventilación. Finalmente, preparan la mina para la exploración y posterior explotación del mineral con valor económico. Sus actividades principales son: perforación, voladura, limpieza, sostenimiento y extracción.

- Explotación: Consiste en separar mediante voladura el mineral valioso dejándolo listo para su extracción.
- Extracción: El mineral separado en la explotación es extraído del interior de la mina hacia los distintos lugares de acopio (tolvas de mineral y desmonte).
- Transporte: Trasladar desde la tolva de almacenamiento el mineral hacia la planta y la desmontera (mineral sin contenido de oro).

Por el análisis precedente de los subprocesos considerados en el mapa, como avance, explotación y transporte, se plantea considerar a la actividad de voladura como un subproceso en el mapa de procesos debido a que es el primer y gran paso de separar el mineral con valor económico del yacimiento de mineral.

Planta: Este proceso en las operaciones actuales está definido en seis actividades principales: chancado, molienda, sedimentación y agitación, precipitación, refinación y disposición de relaves, a continuación, se explica brevemente:

- Chancado: Reducir el mineral que llega de mina en un 95 % menor a 3/8 pulgadas,
- Molienda: Reducir el mineral que ingresa de chancado en 95% menor a 75 um (micrones); en este subproceso se inicia el proceso de cianuración.
- Sedimentación y agitación: Recibe la pulpa cianurada de molienda, separa el líquido que contiene el oro y el sólido pasa a agitación, luego a un lavado previo a disponerlo en el relave; en esta última etapa también se recupera solución con presencia de oro y cianuro.
- Precipitación: Recuperar el oro disuelto con el método Merrill Crowe.
- Refinación: Se realiza la tarea de fundición del precipitado obtenido de precipitación.
- Disposición de relaves: La última etapa donde se dispone el mineral pobre con baja cantidad de cianuro en depósitos de relaves filtrados.



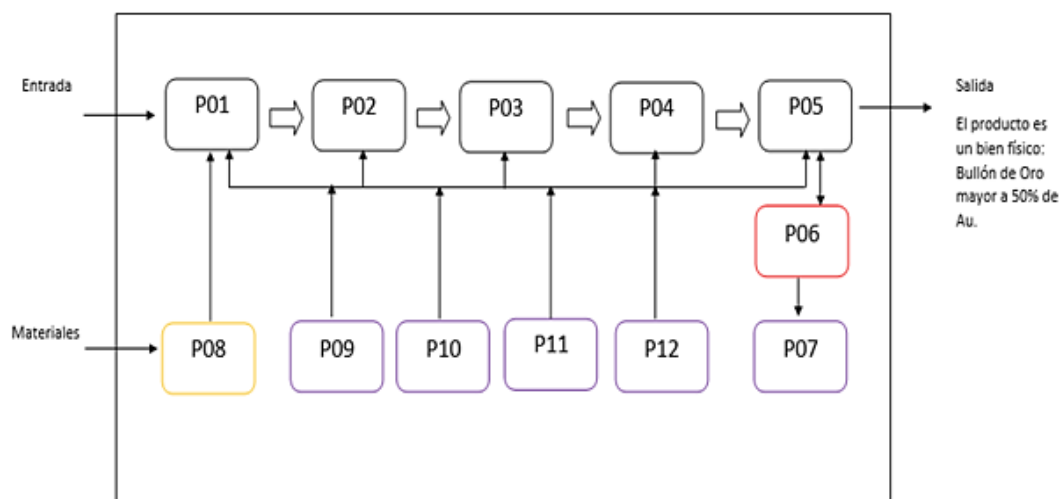
### 5.3. Herramientas para mejorar los Procesos

A continuación, se describen las herramientas empleadas para el análisis del proceso:

- Para mejorar la distribución de los procesos operativos y la ubicación correcta de Geología y Comercialización, se empleará la frugalización de los procesos para que exista una mejor organización en el trabajo, en este caso el proceso macro se puede especificar en procesos más pequeños que permite una mejor administración; es decir, permite verificar con mayor detalle por porque procesos pasa la materia prima para ser transformada generando un valor agregado, además, de que procesos serían estratégicos, así como de soporte. De esta manera se mejora la distribución de costos y se planifica mejor las estrategias operativas.
- Se muestra las actividades por donde se procesa el mineral, no contemplando obtención de recursos minerales y comercialización.
- Se emplea el diagrama de causa - efecto para analizar la causa raíz que genera que el mineral se acumule en cancha y no sea procesado, para ello se muestra la Figura 12 a continuación.

El análisis de causa muestra cuatro causas raíz bien definida, dando apertura a la posibilidad de implementar medidas correctivas eficaces que ayude en incrementar las ventas de onzas de oro en la organización, estas causas son:

- Por responsabilidad social y reducir informalidad se trata mineral de artesanales.
- Departamento de Permisos Ambientales no trabaja con las gerencias y procesos en base a planeamiento estratégico.
- El proceso de producción del oro depende del tipo de mineral a tratar para maximizar su recuperación.
- Mínima resistencia de la empresa a limitar recibir mineral con características alienadas al proceso productivo de planta.



Entrada: Mineral  
 Indirectos: Energía, Reactivos, Agua, Explosivos, Elementos de Perforación, Materiales de construcción, oficina, taller y otros, EPPS  
 P1: Extracción de Mineral  
 P2: Trituración y Molienda  
 P3: Separación sólido Líquido  
 P4: Precipitación  
 P5: Fundición  
 P6: Comercialización  
 P7: Contabilidad  
 P8: Geología y Planeamiento  
 P9: Mantenimiento -  
 P10: Sistema Integrado de Gestión  
 P11: Logística  
 P12: Laboratorio Químico.

*Figura 11.* Frugalización de procesos de Poderosa.

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 28. México D. F., México: Pearson.

#### 5.4. Descripción de los Problemas Presentados en los Procesos

De acuerdo al mapa de procesos se detalla las debilidades encontradas, de las cuales se definen entre ellas las que serían un problema, o en todo caso oportunidades de mejora que no influyen de fondo en los objetivos de la operación:

- Dentro de las operaciones productivas el mapa de procesos de Poderosa considera a Geología y Comercialización como procesos operativos. El primer proceso a través de sus actividades de prospección y exploración determinan el potencial de reserva que luego es desarrollada en gabinete por el departamento de Planeamiento & Ingeniería para obtener el plan de minado, pero el mineral con valor económico sigue siendo parte del macizo rocoso. La comercialización tiene como función la venta del producto y el servicio post venta con los clientes; de acuerdo al marco la

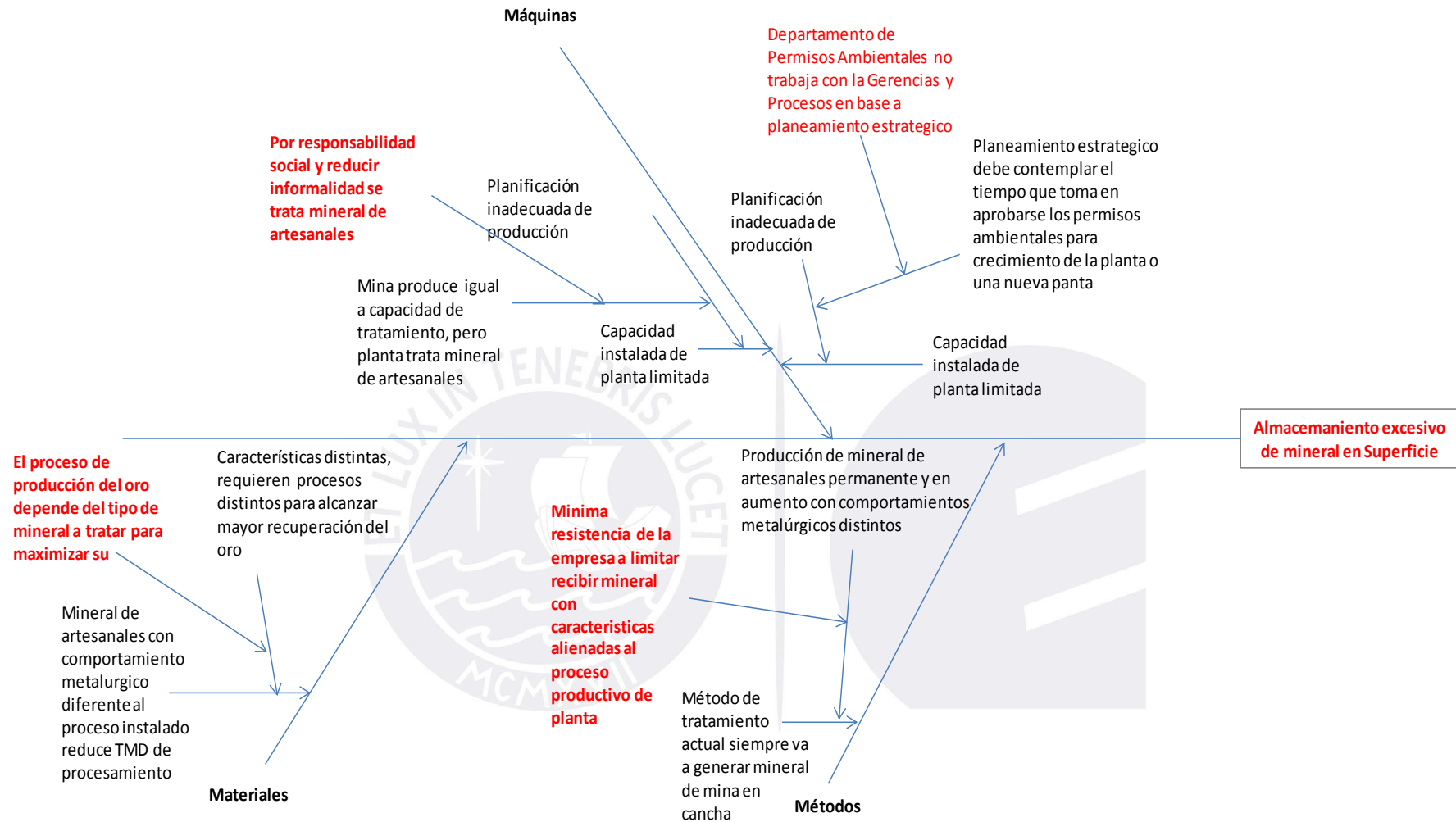


Figura 12. Diagrama causa-efecto del no procesamiento del mineral.

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” F. A. D’Alessio, 2012, p.28. México D. F., México: Pearson.

venta del producto y el servicio post venta con los clientes; de acuerdo al marco teórico de proceso operativo, la ubicación de estos procesos es incorrecta.

- En el proceso de mina la actividad de voladura es la que libera el mineral valioso del macizo rocoso inerte, dándole un valor a la materia prima, sin embargo, no está específico en el mapa de procesos. Poderosa considera a la voladura como actividad del subproceso de explotación, pero el análisis plantea que voladura y explotación como subprocesos tienen sus propias actividades.
- El mineral explotado y transportado desde el interior de la mina hacia la superficie tiene un costo y su falta de procesamiento en planta significa pérdida de oportunidad de ventas, así como distracción de costos que pueden ser empleados en otras actividades que requieren de presupuesto.

### **5.5. Propuesta de Mejora**

- Geología y Comercialización: según lo expuesto en el ítem 5.1, no deberían pertenecer a los procesos productivos debido a que no procesan y transforman el insumo para darle un valor agregado, como si sucede con mina (el mineral fuera de la mina tiene peso y ley, por lo cual ya es comercializable) y procesamiento. La ubicación correcta de Geología, así como Comercialización estaría en los procesos estratégicos, Geología dentro de Gestión por la Dirección y Comercialización dentro Gestión Económica y Finanzas.

De acuerdo a lo establecido en el análisis del presente capítulo las propuestas de mejora son las siguientes:

- Mapa de procesos: según el análisis de la frugalización, el nuevo mapa de procesos se puede apreciar en la Figura 14, donde solo se muestra como procesos operativos a mina y planta; también se puede verificar en el proceso de mina la actividad de voladura. El proceso de Geología está dentro del proceso de Gestión de la

Dirección que determina el ciclo de vida de las operaciones. Comercialización está dentro del proceso de Gestión Económica Financiera.

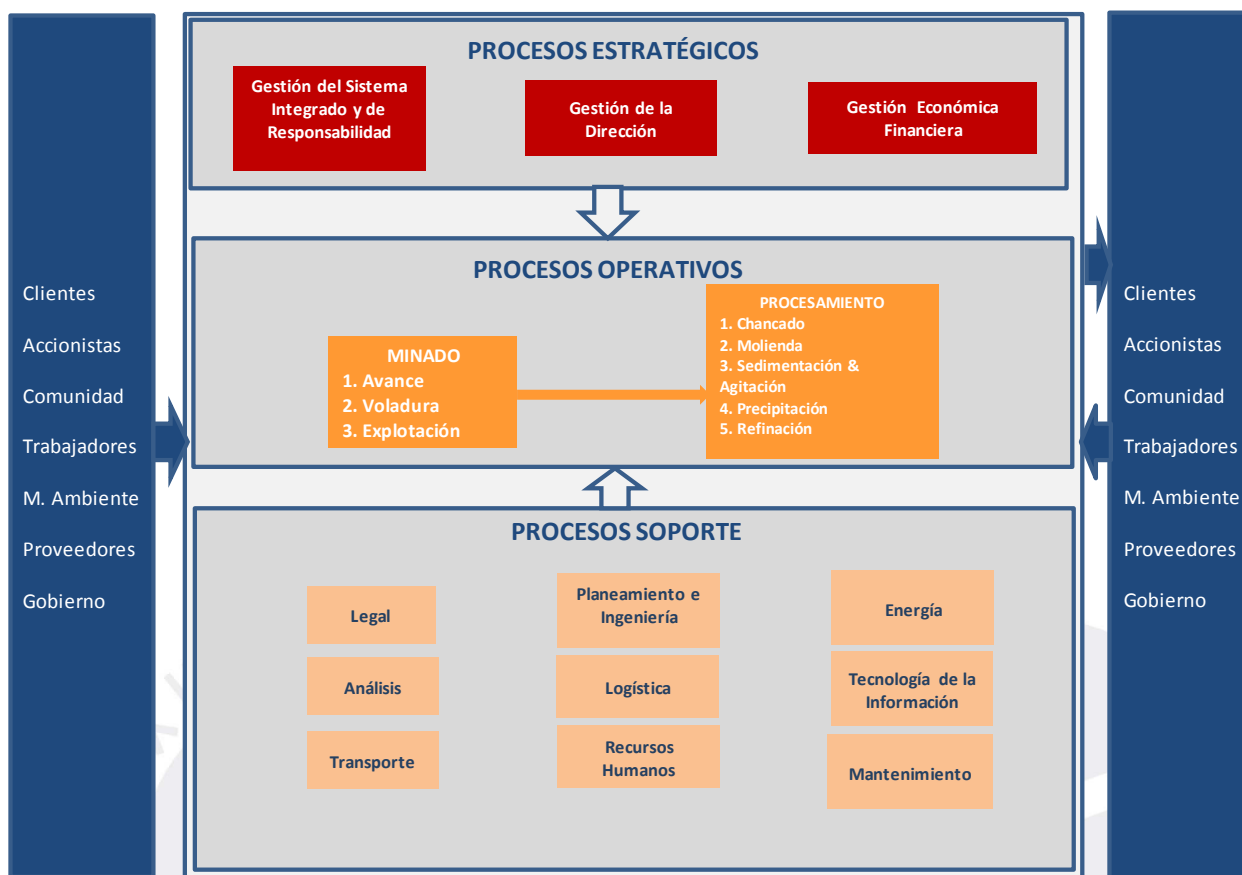


Figura 13. Mapa de procesos.

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 28. México D. F., México: Pearson.

Estos cambios van a influir en el nuevo sistema de costos de la organización, más no en los presupuestos. La propuesta de mejora se plantea con la finalidad de sincerar los costos de operación de producir una onza de oro únicamente en los procesos que dan el valor agregado a la materia prima. Se pueden realizar otros estudios podrían llegar a ser más específicos que ayuden a determinar oportunidades de mejora con la finalidad de ser más eficiente el proceso productivo.

- Elaborar DAP para procesos de mina y planta: Respecto a mina las actividades del nuevo subproceso (voladura) serían perforación, voladura, limpieza y sostenimiento. El sub proceso de avance según la definición planteada abarca el

planeamiento para los trabajos de desarrollo y preparación de la mina para la explotación. Con estas consideraciones se propone el siguiente diagrama de análisis de proceso, que se presenta a continuación en la Figura 15.

Es importante señalar que las tareas en mina subterránea son impredecibles, especialmente en el comportamiento de la veta y el comportamiento geo mecánico por eso todas actividades descritas relacionadas a tiempo y recursos cambian con cierta frecuencia dificultando estandarizar su ejecución de modo que ayude a determinar actividades que se pudieran eliminar por no tener ningún aporte en el proceso o que no generen valor agregado, por ello los tiempos por cada actividad consideradas son estimados en base a la experiencia. Quizás detallando en las tareas específicas y evaluando el uso de recursos, con el uso de un diagrama de análisis de operaciones se podría detectar la eficiencia del uso de

D.A.P. FLUJO DEL PROCESO DE MINADO								
Recursos Humanos	Distancia en Metros	Tiempo en Minutos	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	DESCRIPCIÓN
2		480						Planeamiento mina
4		1,440						Preparación de labores
2		540						Perforación
2		120						Voladura
2		120						Limpieza
2		480						Sostenimiento
2		60						Inspección de labores previa
3		360						Extracción de mineral
2	10,000	120						Traslado interior mina
2		60						Almacenamiento de paso
2	3,000	10						Transporte a planta y/o cancha de mineral
		2,880						Tolva o cancha de mineral en planta
<b>Total</b>	<b>13,000</b>	<b>6,670</b>						

Figura 14. D.A.P. de flujo del proceso de minado.

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p.28. México D. F., México: Pearson.

explosivos, la efectividad de la voladura, etc., llevándolo a un indicador de US\$/ton de mineral extraído con una ley específica de gr oro/ton.

La segunda actividad que toma más tiempo en el proceso de mina es la preparación de labores siendo una actividad incidental que a pesar no da valor agregado al producto es necesaria su ejecución para poder posteriormente recuperar el mineral valioso, el almacenamiento del mineral en la cancha en superficie es el gran problema encontrado, que toma mayor tiempo en el proceso y que no aporta un valor al producto siendo la limitación la capacidad de tratamiento de la planta de cianuración Marañón que tiene un permiso de las autoridades del estado de procesar 700 TMD, este almacenamiento o stock de mineral es en promedio 5,000 toneladas de mineral listas para ser procesadas; el almacenamiento no programado de mineral se traduce en pérdidas de oportunidades de ventas de oro.

En la Figura 16 se muestra el diagrama de análisis de procesos de la planta de cianuración Marañón: se plantea que las actividades netas de la operación, es decir, las que agregan valor al proceso para obtener el bullón de oro son: chancado, molienda, sedimentación & agitación (separación sólida/líquido), precipitación, refinación, agitación de sólidos (lixiviación por agitación), lavado de pulpa cianurada (lavado en contra corriente) y filtración de relaves.

Consta con tres actividades de almacenamiento: Silo de mineral, este paso es obligatorio porque la capacidad de chancado siempre será mayor que la capacidad de tratamiento de molienda; custodia de bullones, se tiene establecido con el cliente realizar el despacho del producto por vía aérea semanalmente; disposición de relaves, es el depósito permanente de relaves filtrado. Las actividades restantes son de transporte de tramos muy cortos (la mayoría por tuberías y en el caso del mineral por fajas), a excepción del traslado del relave filtrado de la planta hacia la relavera que se realiza en volquetes. El análisis se ha realizado en base a un tratamiento de 700 TMD. Los tiempos de las actividades operativas se

















































































































D.A.P. FLUJO DEL PROCESO DE PLANTA								
Recursos Humanos	Distancia en Metros	Tiempo en Minutos (700 TMD)	Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	DESCRIPCIÓN
1		840						Chancado de Mineral
	50	5						Traslado por fajas a silo de mineral
		60						Almacenamiento temporal en silo
	10	3						Traslado por fajas a molinero
1		1,440						Molienda y Cianuración de Mineral
	25	3						Traslado de pulpa cianurada por tubería a separación sólido/líquido
1		1,200						Separación Sólido/Líquido
	15	5						Traslado de líquido por tubería a precipitación
1		1,200						Precipitación del oro
		1,800						Traslado de precipitado a fundición, preparación para ser fundido
3	10	480						Fundición del precipitado
		10080						Bullones de oro en custodia
	10	2						Traslado de pulpa (sólidos) por tubería a agitadores
		5760						Agitación de sólidos con solución cianurada
	5	2						Traslado de pulpa lixiviada por tubería a espesadores
		4320						Lavado de pulpa cianurada
		5						Solución con oro y cianuro a molienda
	25	5						Sólido pobre en oro y cianuro a planta de filtrado de relaves/depósito de relaves en pulpa
2		1440						Filtrado de relaves/Disposición de relaves en pulpa
		7						Solución de filtrado a molienda
	10,000	25						Relave filtrado a depósito de relaves
		795						Disposición de relaves
<b>Total</b>	<b>10,150</b>	<b>29,477</b>						

Figura 15. Flujo del proceso de planta.

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p.28. México D. F., México: Pearson.

han establecido desde las pruebas de laboratorio y pilotaje, en donde se determinan los parámetros operativos que con ajustes iniciales a nivel industrial gobiernan la máxima recuperación del oro. Durante el proceso estos controles se desarrollan a través de procedimientos de trabajo, estándares, etc.

Según los diagramas de análisis de proceso estudiados el proceso de mina tiene distribuido su proceso según el comportamiento mineralógico del recurso minero, pero la secuencia de realizar las actividades para obtener el mineral valioso será el mismo, por ello se considera que voladura debería ser una actividad que debe ser considerado en la cadena de valor. En lo que respecta a planta por ser una producción de ciclo continuo con grandes volúmenes de producción y lo más importante, un solo tipo de producto “bullón de oro” su proceso y su distribución de sus equipos han sido pre establecido como resultado del tipo de proceso que alcanza la máxima recuperación de oro. De tal manera que se identifica claramente y se considera un problema el almacenamiento de mineral en superficie, por las limitaciones en la capacidad de tratamiento en planta.

- Independizar una planta de tratamiento para mineral de mineros artesanales: De acuerdo al análisis causa efecto se determinó cuatro causas raíz que se deberían atacar con medidas correctivas efectivas, a continuación, se muestra una tabla con las propuestas planteadas.

De acuerdo a la Tabla 8 se plantean cuatro oportunidades de mejora que se menciona a continuación: Se hace mención al plan estratégico 2017 (proyecciones gestión 2017-2021) de Poderosa, la producción de mineral artesanal (acopio cateo libre) para el año 2017 será de 93,844 Tm, con una ley de oro de 25,06 gr/TM; para los años 2018 al 2021 proyectado un tratamiento de mineral promedio de 75,000 Tm/año se requiere ubicar y dimensionar una planta de capacidad instalada de 220 TMD; también es importante a nivel de laboratorio y pruebas piloto determinar el tipo de proceso que entregue la máxima recuperación de oro.

Tabla 8

*Propuestas Planteadas*

Problema		Causa Básica	Causa Raíz	Propuesta de Mejora
Almacenamiento excesivo de mineral en superficie	Máquina	- Mina produce igual a capacidad de tratamiento, pero planta trata mineral de artesanales.	- Por responsabilidad social y reducir informalidad se trata mineral de artesanales.	- Implementar una nueva planta de tratamiento de mineral exclusivo para mineros artesanales.
		- Planeamiento estratégico debe contemplar el tiempo que toma en aprobarse los permisos ambientales para crecimiento de la planta o una nueva planta.	- Departamento de permisos ambientales no trabaja con las gerencias y procesos en base a planeamiento estratégico.	- Elaborar un programa de permisología de acuerdo al plan estratégico de la empresa.
	Materiales	- Características distintas, requieren procesos distintos para alcanzar mayor recuperación del oro.	- El proceso de producción del oro depende del tipo de mineral a tratar para maximizar su recuperación.	- Segmentar proveedores de mineral similar y establecer campañas de tratamiento en la nueva planta de tratamiento.
	Métodos	- Producción de mineral de artesanales, permanentes y en aumento con comportamientos metalúrgicos distintos.	- Mínima resistencia de la empresa a limitar recibir mineral con características alienadas al proceso productivo de planta.	- Ubicar y dimensionar la nueva planta según la demanda de mineral y el pronóstico de abastecimiento.

*Nota.* Adaptado de "Poderosa en cifras," por Poderosa 2014b (<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

La planta debe ser flexible y ágil para poder prepararse en el más corto tiempo para tratar todos los tipos de mineral segmentado. No se puede estimar el costo de la planta sin saber el tipo de proceso. Si se implementa esta propuesta, Poderosa tendría disponibilidad de tratar mineral de mina 210 TMD a partir del 2018, con una ley de oro de mina de 13.52 gr/TM y una recuperación total de 91% del total de oro que ingresa, significando un despacho de 83 onzas adicionales, que significaría una venta adicional de US\$ 182, 768 diarios, US\$ 63'968, 728 anuales (se ha considerado 350 días por mantenimientos programados).

En la Tabla 9 se presenta el análisis costo beneficio de la presente propuesta de

mejora. De acuerdo al presente análisis, el período de retorno de inversión es inmediato (menor a un mes), una relación beneficio/costo de 410; la tasa de interés considerada es de 15%. El inconveniente está en encontrar el proceso metalúrgico adecuado que permita recuperar el mayor porcentaje de oro de los minerales refractarios y minerales con carbón; hasta el momento solo se tiene resultados básicos de laboratorio y planta continúa buscando laboratorios de investigación fuera del país.

Tabla 9

*Evaluaciones Económicas para Implementar Planta para Mineros Artesanales*

Implementar Planta de Tratamiento de Mineral de 300 TMD		
Inversión	Estudios de identificación para determinar procesos óptimos para tratar minerales refractarios y carbonáceos.	400,000
	Ingeniería detalle de la planta de tratamiento mineral refractario.	120,000
	Obras Civiles (preparación de terreno y construcción de infraestructura) para logística.	700,000
	Adquirir planta de tratamiento.	3'000,000
	Traslado de planta desde Asia.	150,000
	Cancha de almacenamiento de mineral para homogenizar por tipo.	300,000
	Balanza de camiones.	150,000
	Instalaciones auxiliares (energía, saneamiento, tuberías de relaves, cámara de vigilancia, etc.).	350,000
	Permisos ambientales (EIA)	120,000
	Contingencias (20%)	5'290,000
Total de proyecto (US\$)		1'058,000
Ingresos	Oportunidad de ventas por tratar 75,000 toneladas anuales mineral de mina en la planta actual.	63'910,000
	Máquina por tratar mineral de artesanales en la nueva planta.	15'000,000
	Total de proyecto (US\$)	78'910,000

Nota. Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

Si se planifica el crecimiento de planta de cianuración también afectaría positivamente el incremento de ventas de onzas de oro. De esta manera se logra reducir el mineral en cancha y las oportunidades de venta de mineral. A los mineros artesanales se les cobraría un monto por el servicio de tratar el mineral, se les pagaría por la recuperación obtenida en cada ciclo de tratamiento, también por la disposición de sus relaves y efluentes en los depósitos de Poderosa como actualmente se está realizando.

Se plantea:

- Elaborar un programa de permisología de acuerdo al plan estratégico de la empresa.
- Segmentar proveedores de mineral similar y establecer campañas de tratamiento en la nueva planta.
- Ubicar y dimensionar la nueva planta según demanda de mineral, así como el pronóstico de abastecimiento (reservas de mineros artesanales).

En este caso los proveedores son de distintos lugares del distrito de Pataz; también la Poderosa dispone de sus depósitos de relaves para depositar el relave producto del tratamiento de mineral, por lo que la ubicación de la nueva planta estará muy cerca del depósito de relaves que a la vez disponga de un área libre para la recepción y segmentación del mineral para ser tratado.

## 5.6. Conclusiones

- Geología y Comercialización no son procesos productivos debido a que no transforman la materia prima en un producto que genera valor agregado. En este caso Geología estaría en Gestión de la Dirección y Comercialización estaría dentro de Gestión Económica Financiera.
- La actividad de voladura es muy importante en las labores de mina debido a que es el primer paso de liberar el mineral con valor económico del macizo rocoso, por lo cual debe estar dentro del mapa de procesos.
- Seguir tratando el mineral de los artesanales significa una pérdida de oportunidad de venta de onzas de oro diario de aproximadamente US\$ 183,000.
- El crecimiento de la capacidad de la planta es solo para tratar mineral de mina debido a que sus características se adecuan al tipo de proceso estandarizado.
- La segmentación por tipo de mineral de los artesanales para su tratamiento en la nueva planta flexible será un requisito indispensable en la nueva planta de

procesamiento.

- Por lo complejo de la mineralogía variable del mineral de los mineros artesanales es necesario la compra de una planta flexible para tratar su mineral. De esta manera Poderosa cumple su rol de responsabilidad social y ambiental con el entorno.
- Los depósitos de relaves y áreas libres son los factores críticos para definir la nueva ubicación de la planta; la capacidad está enmarcada en la producción del mineral complejo según el plan estratégico.
- En conclusión, de todas las actividades que se ejecutan en el proceso de mina, solamente las actividades de voladura y extracción del mineral son las operaciones netas del proceso que dan el valor agregado. Se tienen dos actividades de transporte, una en interior mina y la otra en superficie; dos actividades de inspección relacionado a las tareas de gabinete sobre que labor se va a desarrollar de acuerdo al plan de producción y otra inspección propia de seguridad de la persona para establecer el control del riesgo crítico de desprendimiento de roca, la tarea preventiva consiste en lavar toda la roca del tajo (labor minera) donde se realizó la voladura y luego el desatado de rocas de manera que la tarea de retirar el mineral no ocasiona accidentes a los trabajadores. En las actividades de espera se encuentran sostenimiento y perforación; finalmente el almacenamiento de mineral de paso en mina y el almacenamiento en planta de cianuración.

## Capítulo VI: Planeamiento y Diseño de Planta

En el presente capítulo se revisa la distribución actual de la planta de procesamiento y como está relacionado con los otros procesos que influyen en su operación, con el apoyo de diagramas de flujo, planos, método de Muthers y tomas fotográficas se verifica si hay oportunidades de mejora en la distribución de la planta para mejorar la eficiencia y rentabilidad de las operaciones.

### 6.1. Distribución Actual de la Planta

Según lo indicado en la introducción de la presente tesis las operaciones del presente estudio abarcan toda la unidad de producción Marañón cuyos componentes actuales están distribuidos dentro de un área de aproximadamente 4,960 hectáreas como se muestra en la Figura 17, donde se aprecia los componentes mineros que lo conforman, estando entre ellos la zona industrial donde se encuentra la planta de proceso con todos sus componentes y los principales procesos como mantenimiento, logística, recursos humanos, laboratorio químico y oficinas administrativas. Se aprecia que la zona industrial ocupa un área de 16, 5 hectáreas, la planta ocupa 6.8 hectáreas que involucra el proceso de producción y los depósitos de almacenamiento de mineral y los depósitos de relaves.

Tomando en cuenta la amplitud de las operaciones desde mina hasta planta, en esta oportunidad centraremos el estudio en la zona industrial Vijus donde se encuentra la planta de procesamiento de mineral y el proceso de logística (*también abastece combustible*), para analizar con mayor detalle si su ubicación y/o distribución están conforme con lo que proponen los especialistas.

La planta de procesos está conformada por las actividades de recepción de mineral en cancha y tolvas, chancado, molienda y gravimetría, separación sólido líquido, precipitación, fundición, lixiviación por agitación, lavado en contra corriente y disposición de relaves; adicionalmente dentro de planta se encuentra laboratorio metalúrgico y oficinas



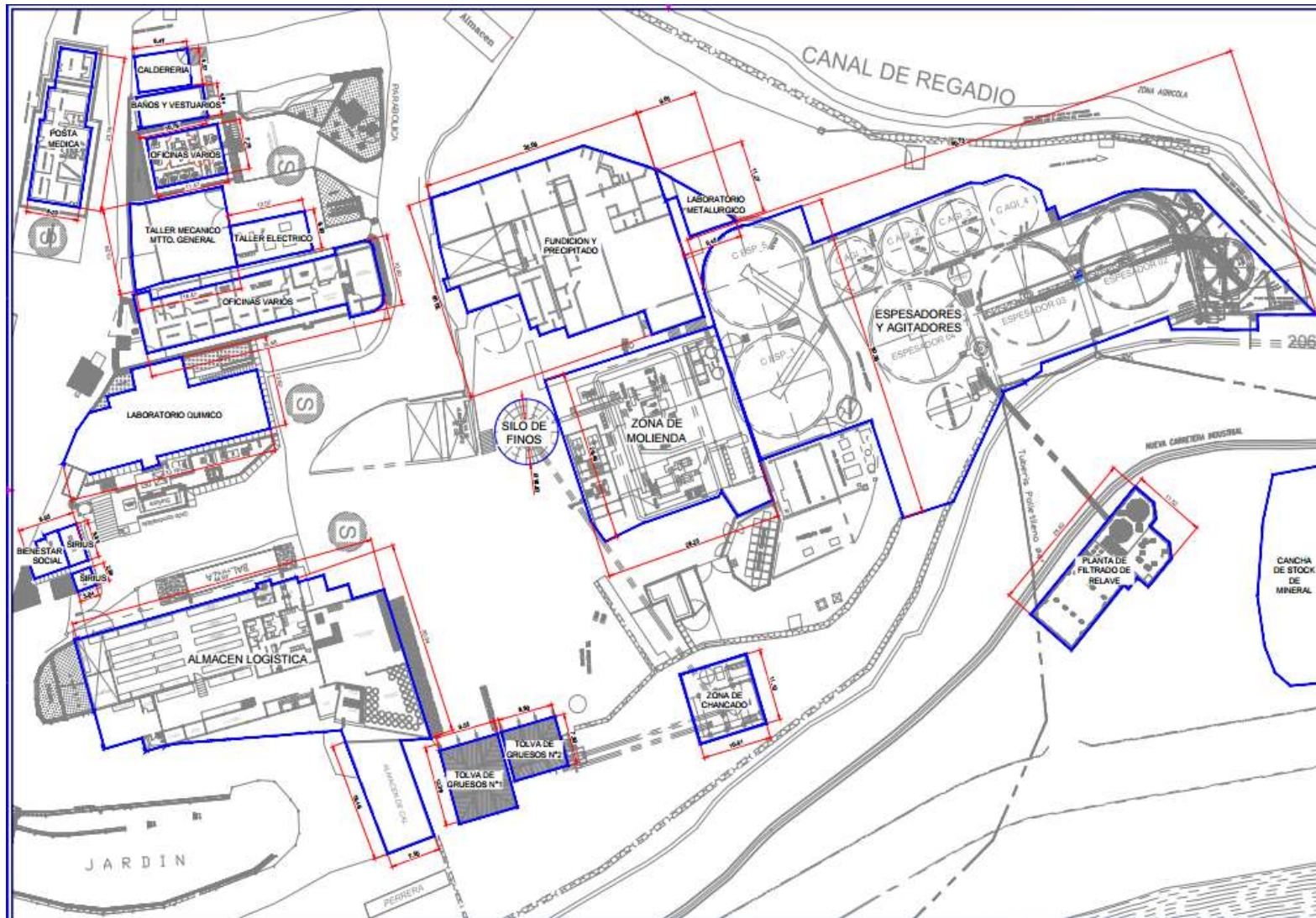


Figura 16. Distribución zona industrial Vijos.

Tomado de EIA Ampliación de Producción Mina y Planta de Beneficio Maraón a 800 TMD

administrativas propias del proceso. Alrededor de planta están ubicados logística (almacén de insumos) a uno 30 metros de distancia, mantenimiento y transportes a 50 metros de distancia, laboratorio químico a 30 metros de distancia, recursos humanos a 40 metros de distancia y oficinas administrativas a 30 metros de distancia; cabe mencionar que estos procesos no son exclusivamente para el servicio de planta sino para todos los procesos que tienen operaciones (incluye labores administrativas). Solamente los insumos químicos fiscalizados como cianuro de sodio, cal y ácido nítrico están dentro de las instalaciones de planta, pero siempre es controlado por logística.

## **6.2. Análisis de la Distribución de la Planta**

Las distintas actividades que conforman la planta de tratamiento están distribuidas según la secuencia del proceso de cianuración del mineral y recuperación del oro tal, como se muestra en la Figura 18 Diagrama de Flujo de la Planta de Cianuración Maraón. La distribución de la planta sigue una secuencia lógica, debido a que el transporte del mineral, así como la pulpa en proceso se realiza a través de fajas transportadoras y tuberías. Un problema que se ha detectado es la cancha de acumulación de mineral que abastece al circuito de chancado que ha quedado sub dimensionada por los movimientos de recepción y despacho que realiza logística. Este componente (cancha de mineral) está ubicada entre la planta de procesos y logística, pero ha perdido área disponible por el cercado de la planta y el movimiento de los camiones que ingresan con materiales para la empresa (área de logística); este movimiento es obligatorio debido a que aprovechan la balanza de camiones que está muy cerca de logística y a 30 ml de la planta de procesos. Para ello operaciones tomó la decisión de habilitar una zona en la parte baja del espesador N° 2 (lavado en contra corriente) y sobre la relavera N°6 ocasionando los siguientes movimientos adicionales:

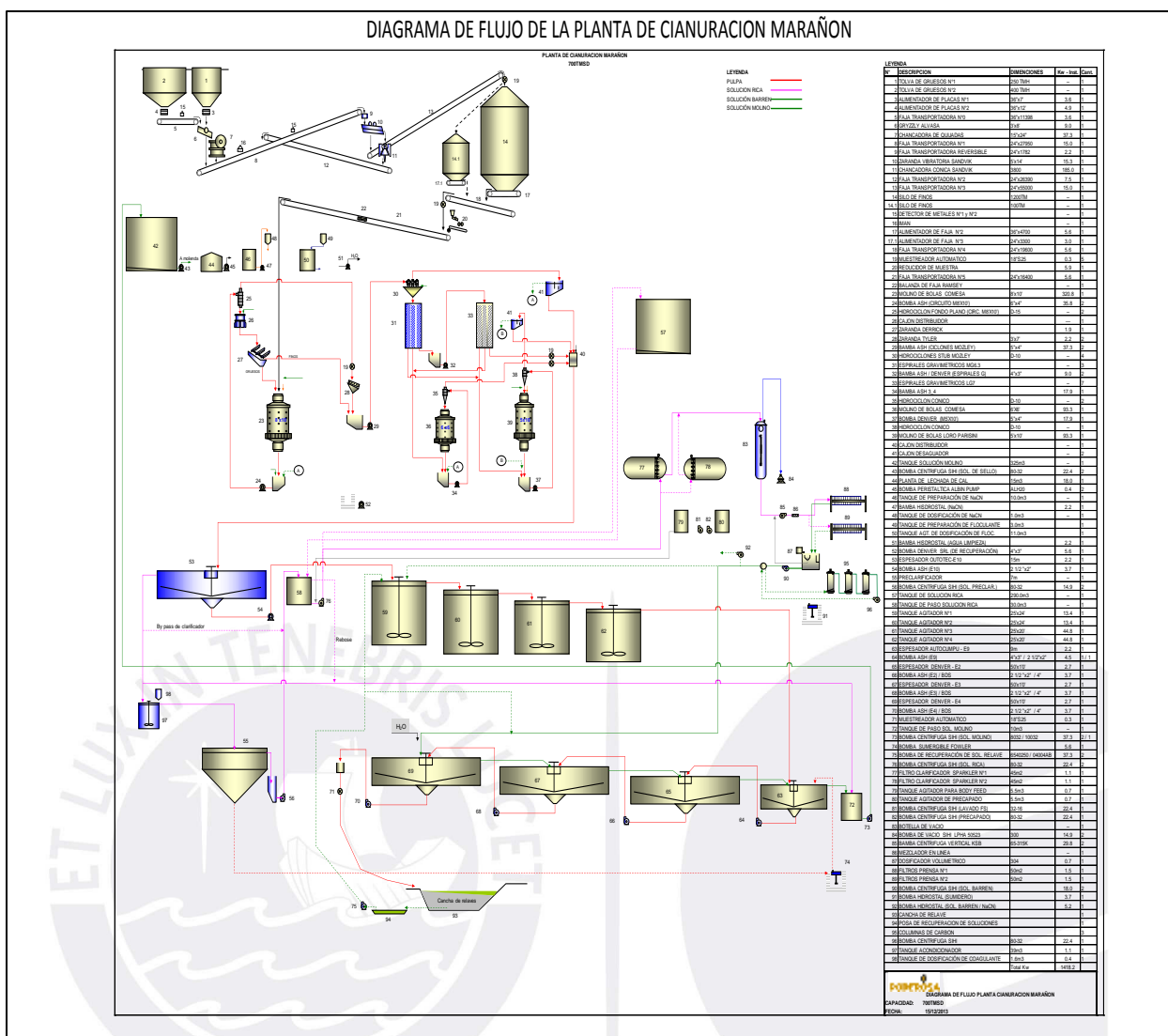


Figura 17. Diagrama de flujo de la planta de cianuración Marañon.

Tomado de EIA Ampliación de Producción Mina y Planta de Beneficio Marañon a 800 TMD

- No almacenar mineral en la cancha de gruesos en su ubicación inicial,
- Los camiones con mineral ingresan a pesaje y luego se retiran hacia la relavera a descargar el mineral. Esta secuencia lo realizan todos los camiones,
- En la nueva zona de disposición de mineral hay un cargador frontal acondicionando la carga de mineral, y cuando planta requiere de mineral para abastecer a las tolvas de

alimentación de chancado se dispone de volquetes y el cargador frontal para trasladar nuevamente el mineral a planta, y

- La ubicación actual del mineral no ha sido considerada dentro de un instrumento de gestión ambiental por lo que existe un riesgo de observación por parte de la autoridad competente.

Cuando se disponía el mineral en la cancha de recepción inicial solamente se necesitaba del cargador frontal para alimentar a las tolvas; el movimiento actual origina un incremento en los costos de transporte de mineral, así como el incremento del riesgo del robo de dicho material, por lo tanto, se detecta una oportunidad de mejora de reubicar a logística de manera que permita retomar el uso de la cancha de mineral dentro de la planta de procesamiento.

Otro problema detectado es la ubicación del grifo de combustible que se encuentra cerca del laboratorio químico, específicamente a los hornos de fundición constituyendo un peligro para las operaciones y para el personal que labora en los alrededores. Se muestra el diagrama de flujo de la distribución de la planta de procesamiento, donde se aprecia una secuencia operacional que requiere el mineral hasta obtener el producto final.

### **6.3. Propuesta de Mejora**

De acuerdo a la Figura 19 el procesamiento de mineral se inicia desde la recepción de mineral y concluye con la actividad de fundición para recuperar el oro, así también en la actividad de relaves donde se descarga el material inerte producto de la extracción del oro. Tomando en cuenta el análisis anterior (cancha de mineral) que ha sido reubicada a la relavera por falta de área disponible, se ha realizado la evaluación con el método Muthers para validar o descartar la propuesta de reubicar a logística y retornar a su ubicación inicial a la cancha de mineral con el objetivo de optimizar costos. Se muestra el diagrama de Muthers para el



procesamiento de mineral. Para elaborar el diagrama de Muther consideramos la relación de cercanía y el sustento de la ubicación de un área cerca o retirado de otra. La Tabla 10 muestra la relación de cercanía total entre las distintas actividades de la planta de procesamiento de mineral, lo más resaltante es que la cancha de mineral debe estar cerca de la actividad de chancado y logística no tiene importancia en el propio proceso operativo.

Tabla 10

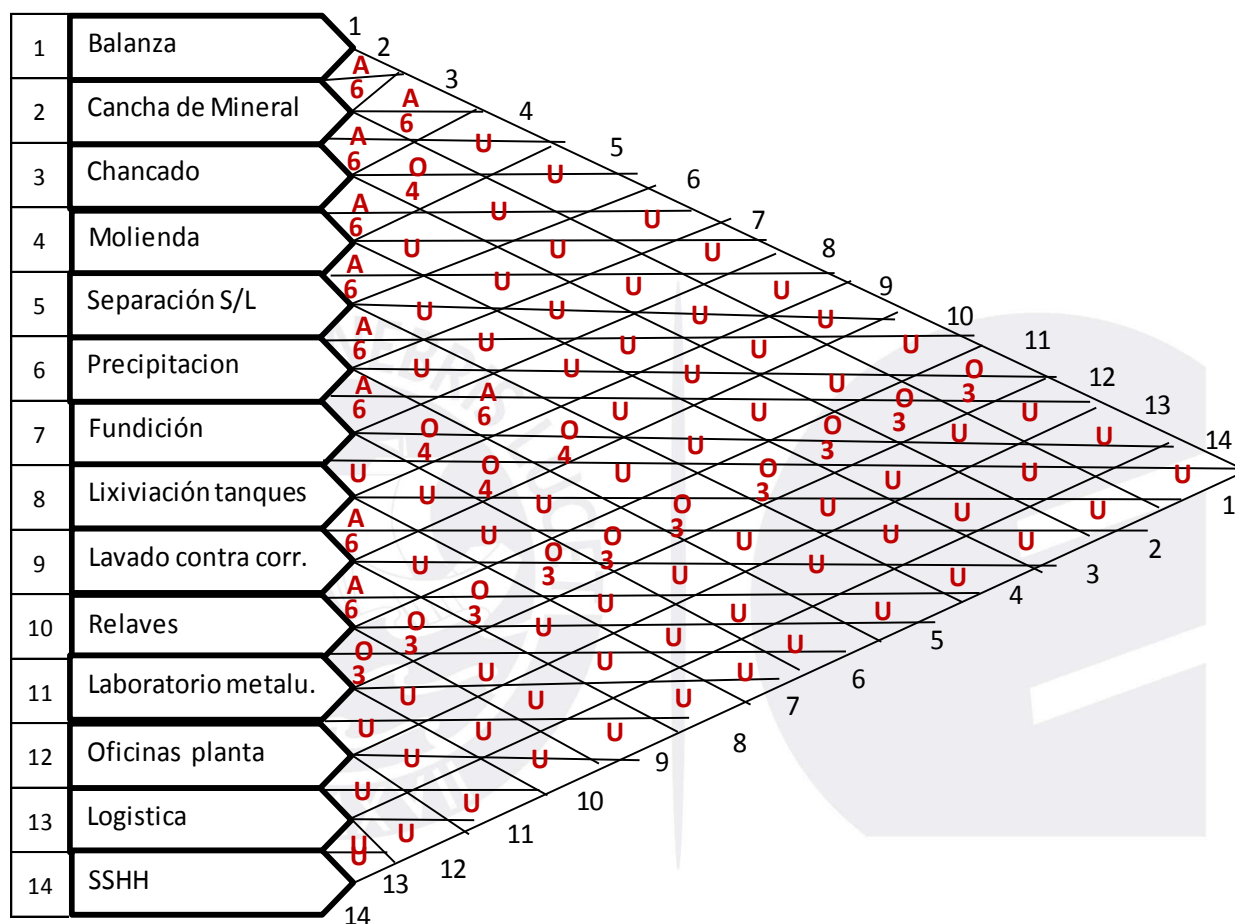
*Relación de Cercanía con la Ubicación de las Áreas*

Valor	Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinario cercanía
U	No importante
X	Indeseable
Código	Razón
1	Uso de registros comunes
2	Compartir personal
3	Compartir espacio
4	Grado de contacto de personal, materiales
5	Grado de contacto documentario
6	Secuencia de flujo de trabajo, proceso
7	Ejecutar trabajo similar
8	Uso del mismo equipo
9	Posibles situaciones desagradables

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b  
(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

La Figura 20 muestra la disposición final de la planta que confirma la secuencia operacional actual y la no influencia de logística por lo que se propone su reubicación. Se propone recuperar la zona de almacenamiento de mineral según diseño inicial y a la vez ampliar su capacidad retirando a logística a otro sector para reducir el riesgo de ingreso frecuente de camiones y personal extraño cerca de la planta de procesamiento. Considerando que el grifo de combustible está a cargo de logística este sería reubicado cerca de la nueva ubicación de logística.

Haciendo referencia que a 200 ml de la planta de la zona industrial existen canchas de relaves inoperativas, se podría aprovechar durante su plan de cierre solicitar a la autoridad competente la autorización para instalar el almacén, grifo de combustible y estacionamiento de camiones de materiales. En este caso la cancha de relaves N° 5 de marañón sería la ubicación propuesta para esta reubicación.



*Figura 18.* Diagrama de Muther para el procesamiento de mineral en Poderosa. Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 190. México D. F., México: Pearson.

La Figura 21 muestra la propuesta de la nueva ubicación del almacén y el grifo de combustible; la balanza de camiones sería reubicada un área que ocupaba logística de manera que permita ganar área para el almacenamiento de mineral, así como tener zona de volteo para los camiones de materiales que emplean la balanza y luego descargan en logística.

Tabla 11

*Relación de Cercanía Total de las Actividades de la Planta de Procesos de Poderosa*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TRC	Nº	Orden
0	6	6	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	35	1	Separación S/L
6	0	6	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	36	2	Chancado
6	6	0	6	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	39	3	Precipitación
2	3	6	0	6	2	2	2	2	2	3	2	2	2	36	4	Lavado CC
2	2	2	6	0	6	2	6	3	2	3	2	2	2	40	5	Cancha de mineral
2	2	2	2	6	0	6	3	3	2	3	2	2	2	37	6	Molienda
2	2	2	2	2	6	0	2	2	2	3	2	2	2	31	7	Lixiviación tanques
2	2	2	2	6	3	2	0	6	2	3	2	2	2	36	8	Lab. Metal
2	2	2	2	3	3	2	6	0	6	3	2	2	2	37	9	Balanza
2	2	2	2	2	2	2	2	6	0	3	2	2	2	31	10	Fundición
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	2	2	36	11	Relaves
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	26	12	Oficinas planta
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	26	13	SS.HH.
2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	0	27	14	Logística

Nota. Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b.  
 (<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>)



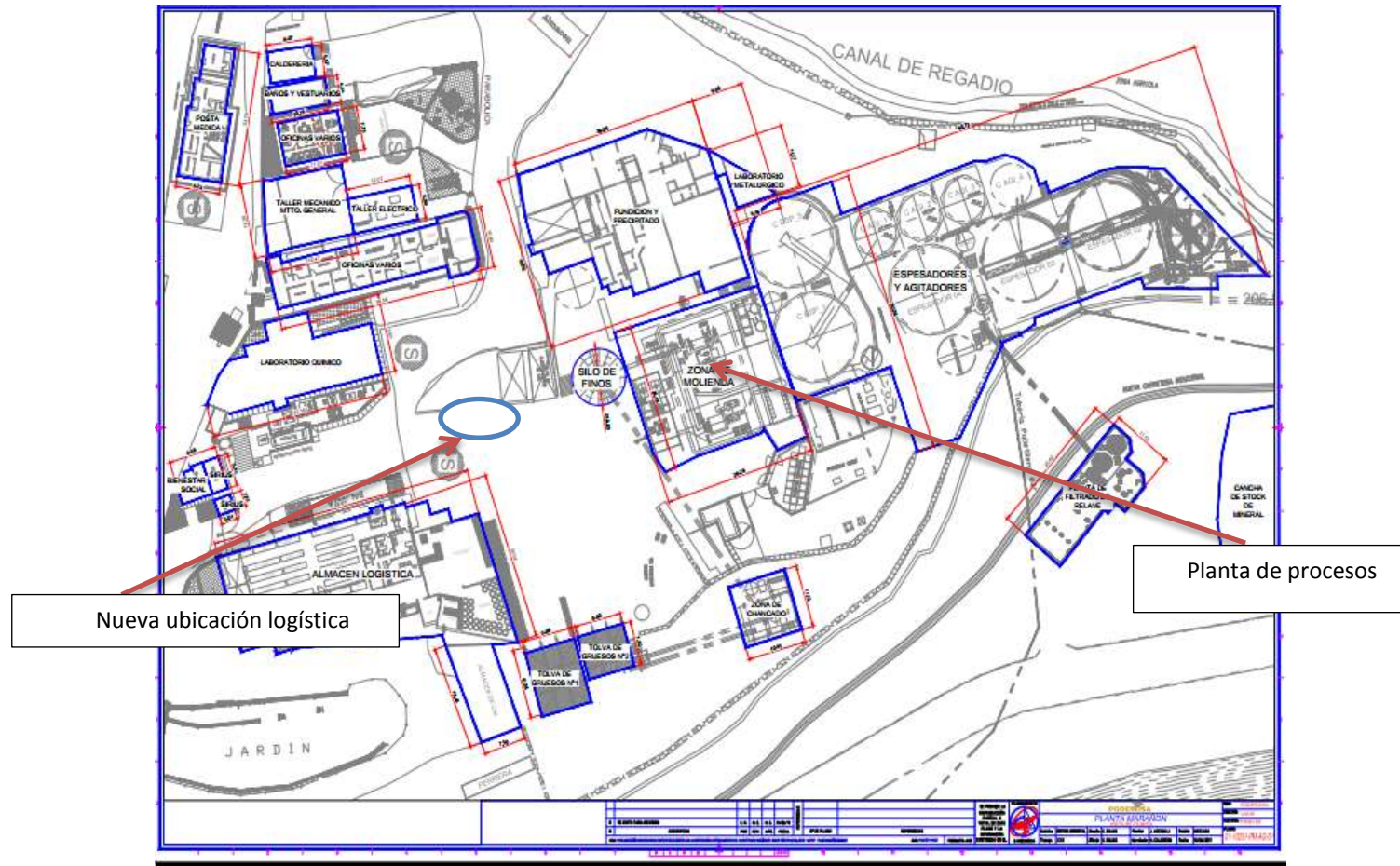


Figura 19. Disposición final de planta de procesamiento de Poderosa.

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2012, p. 190. México D. F., México: Pearson.



*Figura 20.* Fotografía panorámica de la planta de procesos y sus relaveras.  
EIA Ampliación de Producción Mina y Planta de Beneficio Marañón a 800TMD

El área actual de logística incluyendo el grifo es de 0,40 hectáreas, el área propuesta tiene 2.5 hectáreas, espacio suficiente para instalar el almacén logístico, el grifo de combustible y estacionamiento de camiones que abastecen a logística. La propuesta de reubicar al almacén y grifo tiene que estar basado en un análisis estimado costo/beneficio que se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12

*Análisis de Costo Beneficio para Implementar Propuesta de Reubicar el Almacén*

Inversión		(US\$)
	Ingeniería detalle de reubicación de almacén y grifo	50,000
	Obras civiles (preparación de terreno y construcción de infraestructura) para logística.	400,000
	Obras civiles (preparación de terreno y construcción de infraestructura) para grifo de combustible.	500,000
	Instalaciones auxiliares (energía, saneamiento, cámara de vigilancia, etc.).	150,000
	Permisos ambientales (EIA)	120,000
	Desmontaje de balanzas de camiones.	250,000
	Reubicación de balanza de camiones	40,000
	Contingencias (10%)	151,000
	<b>Total Inversión (\$)</b>	<b>1'661,000</b>
Ingresos	Sanción por disponer mineral en una zona sin contar con permiso ambiental (como mínimo 200 UIT de multa).	242,424
	365 días del año, 15 horas diarias para el traslado de mineral de relavera a planta (trabajo adicional). s/110,00	175,000
	<b>Total del proyecto (US\$)</b>	<b>417,424</b>
Resultados Financieros	TIR	8%
	Tiempo de Retorno (años)	4

Nota. Adaptado de "Manual de operaciones planta Maraón," por Minera Poderosa.

De acuerdo al análisis económico financiero, la inversión estimada para reubicar los componentes observados (almacén, grifo, balanza) es de US\$ 1'661,000.00; el beneficio está relacionado a evitar sanciones y reducir horas de operación innecesario por trasladar el mineral del almacén temporal en la Relavera hasta la planta, en total al año suma un beneficio estimado de US\$ 417,424.00. Financieramente se tiene una tasa interna de retorno de 8% y un tiempo de recuperación de la inversión de cuatro años.

#### 6.4. Conclusiones

- La distribución de la planta de cianuración sigue una secuencia lógica de acuerdo al proceso establecido para obtener el bullón de oro, por lo que el análisis realizado muestra que se tiene una correcta distribución de la planta.
- La zona de almacenamiento de mineral en planta se ha reducido en área disponible por movimientos logísticos y ampliación de cerco de la planta de procesamiento, originando que se disponga el mineral previamente pesado en la parte superior de la relavera, originando un costo adicional por desperdicio de trasladar el mineral cuando planta lo requiera para su proceso.
- Se determinó la factibilidad de reaprovechar la relavera N° 5 de Marañón que está a 200 m de la zona industrial, que tiene un área disponible de 2.5 hectáreas para reubicar al proceso de logística, el grifo de combustible y una zona para estacionamiento de camiones que abastecen de mineral al almacén.
- Esta propuesta ayudaría a eliminar riesgos de observaciones por parte de las autoridades del estado respecto a la disposición del mineral y la ubicación del grifo de combustible cerca al laboratorio químico.
- La implementación de esta propuesta permitirá reubicar dentro de la misma zona industrial a la balanza de camiones y ampliar la zona de almacenamiento de mineral, eliminando de uso de volquetes.
- Esta propuesta es interesante y factible con un TIR de 8% y un tiempo de retorno de cuatro años; también un mejor control del mineral con alta ley de oro.
- La reubicación del almacén no afectaría a las operaciones de planta debido a que dentro de sus instalaciones se encuentran los insumos principales como es el cianuro de sodio, óxido de calcio (cal) y los medios moledores. La atención de combustible no se vería afectado debido a que los vehículos obligatoriamente



pasan por la nueva zona propuesta para realizar sus actividades. Los demás procesos con alto potencial de uso de almacén son mina y mantenimiento mina que semanalmente retiran sus materiales trasladándolo a sus labores en interior mina, así como talleres.

- Por lo tanto, se concluye que la propuesta de reubicar el almacén central de materiales de Poderosa y el grifo de combustible a la relavera N° 5 es factible y rentable, ayudaría a un mejor control de costos, mejorar el control del mineral dándole un valor agregado a la relavera aprovechando el área plana que se generó con la disposición de relaves.



## **Capítulo VII: Planeamiento y Diseño del Trabajo**

En este capítulo, se describen el planeamiento y el diseño del trabajo, de acuerdo con las actividades operativas que se desarrollan para obtener el único producto final: bullón de oro, considerando el método de explotación de mineral, el proceso de recuperación del oro y las personas que participan en el proceso operativo.

### **7.1. Planeamiento del Trabajo**

La planeación del trabajo en el proceso productivo se basa en el programa de producción anual donde se establece las onzas de oro que se va a producir, los recursos que se requieren para lograr la meta de manera que el índice de productividad se logre según lo esperado, es decir, los resultados obtenidos en base a los recursos empleados; estos recursos principalmente son: mineral con especificaciones físico-químicos de acuerdo al proceso estandarizado, la capacidad del equipo con la tecnología instalada y las personas que intervienen en toda la cadena de trabajo para lograr obtener las onzas de oro.

El proceso de minado es el que cuenta con la mayor cantidad de personal en la operación debido a que Poderosa desarrolla labores mineras subterráneas con método convencional, es decir desarrollo de labores para equipos de bajo perfil como chimeneas; galerías, tajos, sostenimiento en su mayor parte con madera, limpieza de labores con palas neumáticas, preparación de labores donde se emplea mano de obra cuando se requiere winches eléctricos y locomotoras. Se puede apreciar que hay una variedad de tareas en minado donde es complicado establecer tiempos estándar por cada actividad por la complejidad de la mina subterránea; la mayor cantidad de personal de línea tiene un nivel de estudio de primaria completa. Como profesionales se cuenta con Ingenieros Técnicos de Operaciones de Mina para el planeamiento de mina y la explotación minera.

La planta de procesos ya tiene estandarizado su proceso de tratamiento del mineral para obtener el bullón de oro, si falla alguna actividad, el riesgo de parar todas las

operaciones en la planta es muy probable. Los Ingenieros Metalúrgicos y personal operativo solamente tienen la función de establecer controles en línea para mantener controlado el proceso de manera que es factible establecer mediciones de tiempo en sus tareas. Es importante por lo tanto que el proceso de Planeamiento e Ingeniería que centra toda la información para el programa de producción recepciones, verifique y confirme la información que entregue mina, así como planta para asegurar que los requerimientos que se necesitan estén disponibles en el tiempo, lugar y cantidad adecuada.

## **7.2. Diseño del Trabajo**

Poderosa en la actualidad ha considerado para el desarrollo de sus operaciones del año 2017 un total de 3,526 trabajadores, donde algunos de ellos desarrollan las mismas actividades y/o tareas que fueron agrupadas para formar puestos de trabajo que disponen de su manual de funciones y el perfil técnico/profesional; el perfil facilita a Recursos Humanos para poder reclutar a las personas idóneas para los puestos de trabajo requeridos. Todas las tareas o actividades cuentan con procedimientos escritos de trabajo, procedimientos de gestión o estándares donde se describe paso a paso cada tarea de manera que se cumpla con el objetivo del puesto de manera segura y con cuidado al medio ambiente.

Mina y planta al igual que los demás procesos tienen definido los puestos de trabajos y los procedimientos requeridos. Actualmente Poderosa ha implementado la técnica de disciplina operativa de manera que ha confirmado los puestos de trabajo, las tareas que realiza cada puesto de trabajo, los requerimientos de procedimientos o estándares que se requieren, el correcto desarrollo de dichos documentos, una eficiente comunicación, disponibilidad en los puestos de trabajo y observación frecuente de las tareas, con la finalidad de asegurar que se ejecuten las tareas programadas fortaleciendo el cuidado al trabajador y al medio ambiente. En la Figura 22 se muestra un diagrama del ciclo de disciplina operativa aplicada en Poderosa como parte importante del diseño del trabajo, centralizando sus labores



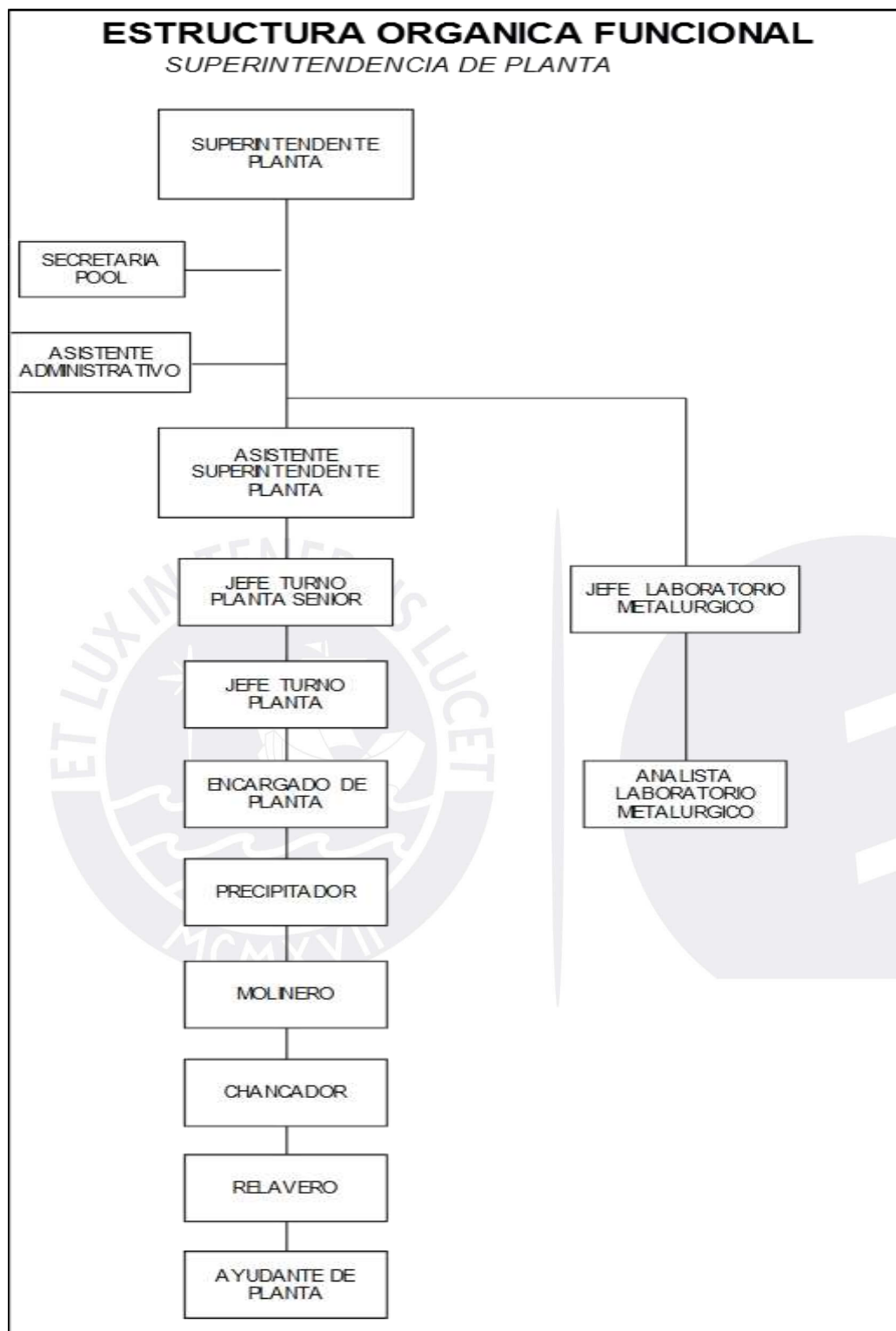
en el conocimiento y disponibilidad de los procedimientos de trabajo y estándares aprobados por la alta dirección. Este ciclo busca fortalecer el trabajo seguro de los trabajadores garantizando un procedimiento correctamente elaborado con los trabajadores, asegurar su vigencia y disponibilidad, pero lo más importante que se practique.



*Figura 21.* Ciclo de disciplina operativa en Poderosa.  
Tomado de “Curso Disciplina Operativa,” por Compañía Minera Poderosa S.A., 2017. La Libertad

En los procesos de mina se tiene Ingenieros en Mina responsables del planeamiento de la producción de mina y el desarrollo de todas las actividades operativas hasta obtener el mineral dispuesto en planta. También acompañan técnicos y personal de línea cuyos puestos principales de trabajos son: enmaderador, perforista, operador de winche, operador de sostenimiento, etc. En procesamiento acompañan a los Ingenieros Metalúrgicos, el operador de chancado, operador de molienda, operador de precipitación, operador de relaves, operador de fundición que cumpliendo sus diferentes funciones logran obtener el bullón de oro. En la Figura 23 se muestra la estructura orgánica funcional de la planta de procesamiento,

información que ayuda a analizar la existencia de oportunidades de mejora. En la Tabla 13 se muestra los principales puestos de trabajo con su función principal.



*Figura 22.* Estructura orgánica funcional de la planta de procesos de Poderosa. Tomado del “Manual de funciones de planta Marañón,” por Compañía Minera Poderosa S.A., 2013. La Libertad

Tabla 13

*Puestos de Trabajo y Función Asignada*

Puesto de Trabajo	Función Principal
Superintendente de mina	Responsable del desarrollo del proceso de minado asegurando el cumplimiento de los objetivos
Jefe de servicios de mina.	Planificar, dirigir, y supervisar la ejecución de las actividades y programas de servicios mina.
Jefe de mina	Elaborar los programas de producción y avances en mina.
Perforista de mina	Efectuar en mina tareas de perforación controlar la malla de perforación y voladura.
Winchero	Operar, controlar y revisar el winche para realizar la operación de rastillaje o extracción de mineral o desmonte en interior mina.
Enmaderador	Realizar los trabajos de enmaderado en interior mina, con el fin de asegurar cajas y alzas especialmente de galerías.
Superintendente de planta	Planifica, organiza, dirige, y supervisa los procesos de la planta de procesamiento en forma eficaz y eficiente.
Jefe Turno	Organiza, ejecuta, y supervisar el cumplimiento del programa de producción de lixiviación.
Molinero	Ejecuta labores operativas de los suboperadores de molienda y concentración.
Precipitador	Ejecutar labores operativas de los subprocesos de precipitación sedimentación y agitación.
Chancador	Ejecutar labores operativas del sub-proceso de chancado, maximizando su rendimiento.

*Nota.* Adaptado «Poderosa en cifra», por Poderosa 2014b  
<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

Tomando en cuenta la descripción de las operaciones de mina y planta descrito líneas arriba, se considera complejo el control por cada trabajador en mina. La propuesta del diseño de trabajo sería por proceso de producción con la finalidad de eliminar o combinar pasos, reducir la distancia de transportes e identificar retrasos; posteriormente se debería identificar que tareas son las que se pueden estandarizar con la finalidad implementar estudios de tiempo por puesto de trabajo que aporte en la productividad de la mina. El diseño de trabajo para procesamiento se debe considerar con la técnica en sitio de trabajo fijo, debido a que el proceso es estandarizado y se podría establecer un estudio de movimiento a cada trabajador a cargo de cada actividad, para ello sería adecuado el empleo de un diagrama de operaciones.

Según lo expuesto el método para medir el trabajo sería a través de estudios de tiempos, tanto para el proceso de cumplir con el objetivo de la operación del día en mina y el estudio de tiempo de movimiento del personal de planta que ayude a determinar los pasos o acciones que no den valor agregado a la tarea y eliminarlas. Por todo lo expuesto se puede decir que el diseño del trabajo en Poderosa está basado en la especialización de los trabajadores para cumplir las tareas asignadas, no realizando tareas adicionales que no estén capacitados y no tengan la autorización de Recursos Humanos, por lo tanto el aporte del diseño del trabajo en Poderosa hacia la productividad, es la especialización de puestos de trabajo sin considerar la rotación interna del personal con cierta frecuencia; si existe una rotación el personal asignado debe especializarse en su nueva tarea. En el largo plazo este método podría afectar en la productividad por lo que sería bueno establecer un programa de rotación de puestos para evitar saturación o aburrimiento del trabajador, renunciias, etc.

### **7.3. Propuesta de Mejora**

Se plantea tres propuestas de mejora:

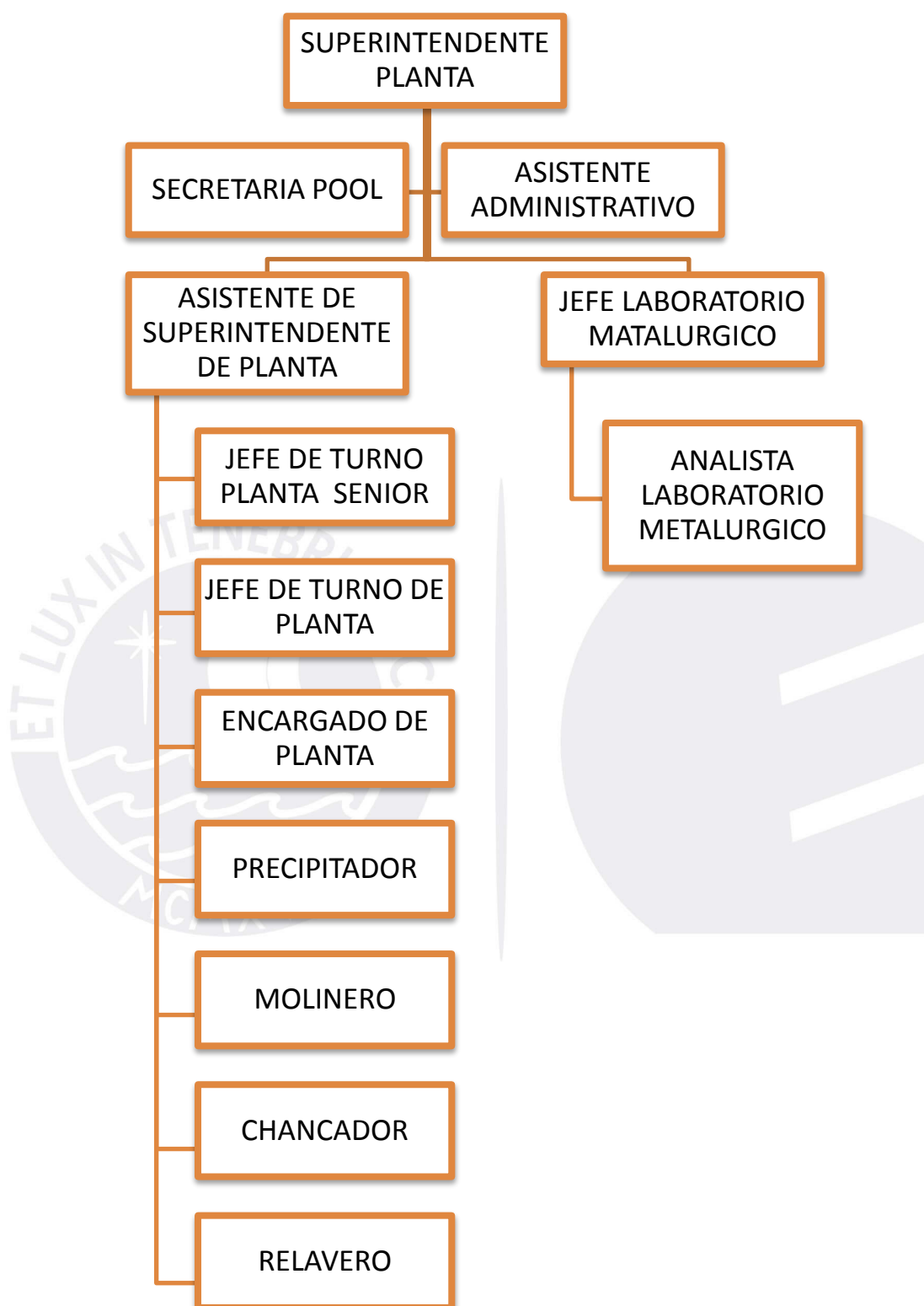
- Implementar un programa de rotación de personal por los distintos puestos de trabajo tomando en cuenta el perfil del puesto, considerando en algunos casos promociones internas con la finalidad de que los trabajadores puedan conocer todos los puestos de trabajo en cada proceso, pero siempre de la mano con la especialización que busca Poderosa. La inversión será según programa de Poderosa tres días de capacitación teórica específica (propiamente los procedimientos del nuevo puesto de trabajo), así como cuatro días de practica a cargo del supervisor de mina, luego integrándose al nuevo equipo de trabajo recibirá el apoyo de sus compañeros, capaz y de la supervisión. El beneficio será el incremento de satisfacción del trabajo en la persona y baja rotación (renunciias) que es un problema para la empresa. La inversión por cada trabajador en rotar es de

aproximadamente 2.5 veces menos que contratar a uno nuevo, debido a exámenes médicos y capacitaciones más profundas con mayor tiempo. La rotación genera mayor beneficio por trabajador y mínimo riesgo de abandono de trabajo,

- Realizar el estudio de movimiento de tiempos del personal de planta mediante el diagrama de análisis de operaciones con la finalidad de determinar qué pasos de la tarea no agregan valor y que podrían ser eliminados para incrementar la productividad del trabajador delegándole otras tareas. El beneficio se obtendrá cuando se implemente las recomendaciones del estudio; un beneficio rápido detectado es reducir un trabajador que actualmente retira materiales del almacén y prepara reactivos (ayudante de planta) donde optimizando el tiempo del molinero (de las 12 horas de trabajo, seis horas netas controla la operación) podría realizar estas tareas teniendo un beneficio económico para Poderosa. La totalidad de beneficios se proyecta luego de implementar la propuesta en su totalidad. La Figura 28 muestra la estructura orgánica propuesta con la eliminación del puesto de ayudante de planta, cuyas tareas las asumiría el molinero.
- Implementar en el proceso de minado el diagrama de recorrido que permitirá identificar claramente la ruta de la mano de obra/máquinas en interior mina con la finalidad de eliminar desviaciones que afecten el tiempo de trabajo impactando negativamente a la productividad debido a que puede quedar tareas pendientes al terminar la labor. La inversión es contar con una persona para el seguimiento con un costo de US\$ 2,000 por 30 días de trabajo; el beneficio podrá validarse cuando se implemente las recomendaciones del estudio.

La diferencia de la Figura 24 con respecto a la Figura 23 es que por la mejora planteada ya no se tendría el cargo de ayudante de planta. La Figura 25 muestra el diagrama de recorrido implementado en planta que señalan el flujo del mineral en el proceso; también

el diagrama de análisis de proceso o diagrama de flujo podrían aportar en esta mejora. Luego se tendría que desarrollar los diagramas de operaciones.



*Figura 23.* Estructura orgánica funcional de la planta de procesos de Poderosa. Tomado de “Manual de funciones de planta Maraón,” por Compañía Minera Poderosa S.A., 2013. La Libertad.

En la Tabla 14 se muestra un resumen de la inversión y los beneficios por la aplicación de estas mejoras. De acuerdo al análisis económico financiero, la inversión estimada para optimizar la mano de obra en planta y un pilotaje en mina es de US\$ 103,000; el beneficio estimado es de US\$ 328,000. Financieramente se tiene una tasa interna de retorno de 318% y un tiempo de recuperación de la inversión de tres meses.

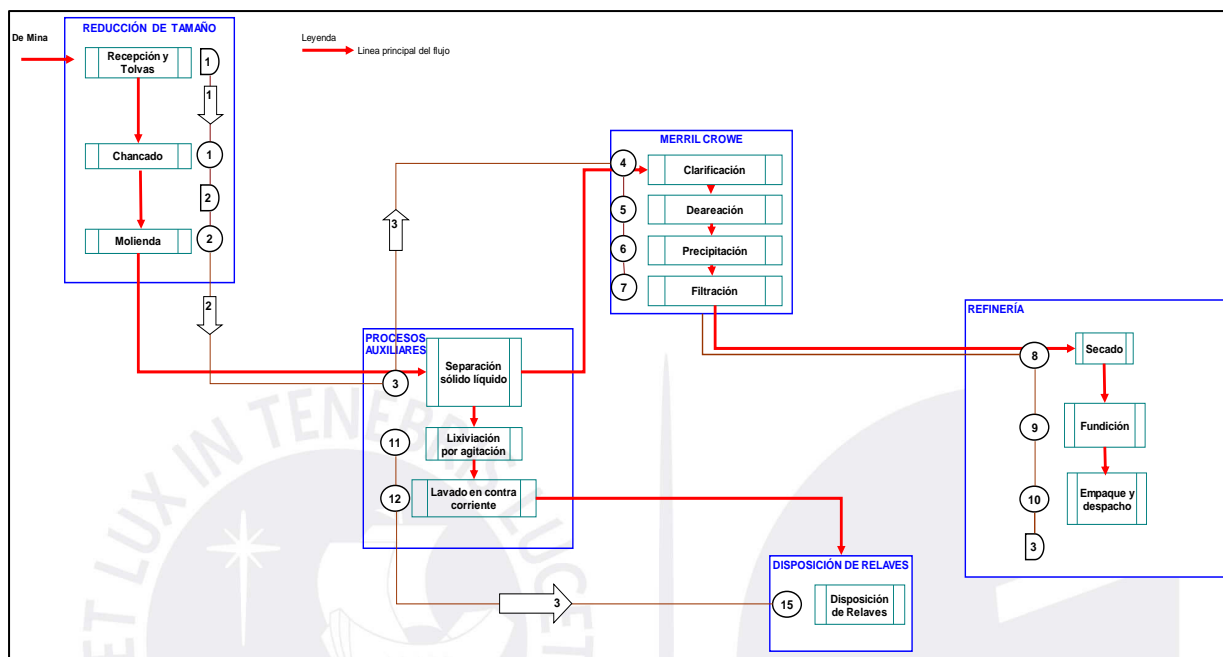


Figura 24. Estructura orgánica funcional de la planta de procesos de Poderosa. Tomado de “Manual de funciones de planta Maraón,” por Compañía Minera Poderosa S.A., 2013. La Libertad.

#### 7.4. Conclusiones

- El diseño del trabajo de mina y planta debe estar basado en cumplir el objetivo de producción, pero de manera eficiente.
- En definitiva, el proceso de mina desarrolla operaciones complejas por ser una mina subterránea; aunque el proceso está definido, las condiciones naturales muchas veces afectan los programas de trabajo, por ello no aplica diseñar el trabajo con estudio de tiempo del trabajador, sino su diseño debe basarse en el proceso integral de minado con índices de cumplimiento semanal que ayuden a direccionar las actividades para lograr las metas anuales.



Tabla 14

*Análisis Costo Beneficio por Optimizar Planeamiento de Trabajo*

Inversión	Programa de rotación de personal		
	Capacitación a personal en nueva carga		
	Precio Unitario (US\$)	Cantidad	Total (US\$)
	1,000	100	100,000
	Realizar estudio de tiempo para personal de planta		
	Precio Unitario(US\$)	Cantidad	Total (US\$)
	1,000	1	1,000
	Seguimiento mano de obra/maquinaria en interior mina (Pilotaje)		
	Precio Unitario(US\$)	Cantidad	Total (US\$)
	2,000	1	2,000
	Total		103,000
Beneficios	Contratar a trabajador nuevo		
	Precio Unitario(US\$)	Cantidad	Total (US\$)
	2,500	100	250,000
	Eliminar el puesto de ayudante de planta por optimizar tiempo		
	Precio Unitario(US\$)	Cantidad (Meses)	Total (US\$)
	2,000	12	24,000
	Reducir dos puestos de trabajo en mina para operarios (operadores)		
	Precio Unitario(US\$)	Cantidad (Meses)	Total (US\$)
	4,500	12	33,000
	Total		307,000

Nota. Adaptado «Poderosa en cifra», por Poderosa 2014b  
(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

- Existen oportunidades de mejora en el planeamiento del trabajo en planta aprovechando que es un proceso continuo y estandarizado que permite reducir tiempo muertos para sumar tareas nuevas a los operadores de molienda y relaves con la finalidad de incrementar la productividad de planta.
- Tanto para mina y procesamiento es importante implementar un programa de rotación de personal según su perfil técnico con la finalidad de mantener en alto la productividad, así como la satisfacción del trabajo.
- El método de trabajo en Poderosa es la especialización por ello centra el trabajo de desarrollo humano en ejecutar la disciplina operativa para alcanzar elevados valores de seguridad, pero para evitar el estrés reforzamos la propuesta de la rotación.

## **Capítulo VIII: Planeamiento Agregado**

En Poderosa la planeación agregada se basa en la producción de onzas de oro, que tiene su fundamento en el mineral y la ley que se va a procesar; Geología y Planeamiento Mina preparan la información respecto al mineral y la estimación de la recuperación total de oro lo define la planta de procesos.

### **8.1. Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado**

El programa de producción de la empresa no depende de la demanda; tampoco un excedente de producción va a generar inventario por lo tanto la producción es estable y la fuerza laboral se mantiene constante, no siendo aplicable las estrategias como: estrategia conservadora, estrategia moderada y estrategia agresiva.

En el caso de Poderosa el planeamiento agregado parte del objetivo anual expuesto en el plan estratégico donde se determina las onzas de oro a producir cada año, a partir de allí cada proceso elabora su plan maestro donde determina: (a) requerimientos de materiales, (b) programas de mantenimiento y requerimiento de disponibilidad de planta (mantenimiento y planta), (c) requerimientos de recursos físicos, (d) requerimiento de fuerza laboral en caso haya incremento de producción por crecimiento de la mina, (e) capacitación, (d) presupuestos, etc., con este plan maestro cada proceso asegura sus operaciones para el logro del objetivo del planeamiento agregado.

El plan maestro se realiza con seis meses de anticipación a la fecha de inicio de la producción programada en el planeamiento programado. Para el año 2017 las onzas a producir son 234, 765 onzas de oro con una fuerza laboral de 3,526 personas, considerando un rendimiento de 110.82 TMT/hombre – año. En la Tabla 15 se muestra el detalle del planeamiento agregado de Poderosa para el año 2017. Este plan es revisado trimestralmente para evaluar su cumplimiento y tomar acciones correctivas en caso existan desviaciones.

Tabla 15

*Planeamiento Agregado de Producción 2017*

Parámetros de gestión	Metas 2017											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Geología:</b>												
Avance DDH (m)	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	3,350	2,950	3,850	3,850	3,850
Tonelaje de Recursos (Tm)	1'212,218	1'216,073	1'217,670	1'220,112	1'221,692	1'223,751	1'225,114	1'226,789	1'229,465	1'231,520	1'237,784	1'241,541
Onzas de Recursos (Oz)	656,487	660,294	663,725	667,142	670,866	674,707	678,378	682,305	686,117	690,183	696,125	702,245
Ley de Recursos (gr/Tm)	16,84	16,89	16,95	17,01	17,08	17,15	17,22	17,30	17,36	17,43	17,49	17,59
Tonelaje de Reservas (Tm)	1'095,626	1'097,939	1'098,897	1'100,362	1'101,310	1'102,545	1'103,363	1'104,369	1'105,974	1'107,207	1'110,965	1'113,220
Onzas de Reservas (Oz)	596.130	599,481	602,500	605,506	608,784	612,164	615,394	618,850	622,205	625,783	631,012	636,397
Ley de Reservas (Gr/TM)	16,92	16,98	17,05	17,12	17,19	17,27	17,35	17,43	17,50	17,58	17,67	17,78
<b>Mina:</b>												
Avance H+V+Operación (m)	3,076	3,321	3,386	3,539	3,462	3,506	3,655	3,510	3,389	3,489	3,528	3,440
Mineral enviado a Planta <sup>TM</sup>	33,057	29,442	32,083	30,710	32,149	30,714	32,132	32,058	30,700	32,082	30,737	33,237
Ley de Cabeza Calculada (gr/Tm)	13,42	14,03	13,56	13,78	13,40	13,69	13,47	13,22	13,74	13,55	13,81	12,66
Finos Enviados a Planta (oz)	12,998	12,113	12,759	12,412	12,634	12,328	12,697	12,424	12,359	12,756	12,445	12,300
<b>Labor asignada:</b>												
Mineral enviado a Planta <sup>TM</sup>	1,260	1,238	1,455	1,342	1,340	1,340	1,255	1,412	1,574	1,355	1,285	1,301
Ley de Cabeza Calculada (gr/Tm)	36,51	40,66	34,46	42,50	37,72	36,07	36,31	38,55	36,17	35,45	38,66	35,79
Finos enviados a Planta (oz)	1,343	1,476	1,457	1,677	1,476	1,407	1,327	1,591	1,659	1,398	1,452	1,356
<b>Total mina + labor asignada:</b>												
Mineral enviado a Planta <sup>TM</sup>	34,317	30,679	33,537	32,052	33,489	32,053	33,386	33,469	32,275	33,437	32,022	34,538
Ley de Cabeza Calculada (Gr/TM)	14,27	15,11	14,47	14,99	14,38	14,62	14,32	14,29	14,83	14,44	14,81	13,53
Finos enviados a Planta (oz)	14,341	13,589	14,216	14,090	14,111	13,735	14,024	14,015	14,018	14,154	13,897	13,656
<b>Acopio cateo libre:</b>												
Mineral Enviado a Planta <sup>TM</sup>	7,223	6,841	8,003	8,148	8,051	8,147	8,154	8,071	7,925	8,103	8,178	7,002
Ley de Cabeza Calculada (gr/Tm)	25,11	23,21	28,61	26,83	25,43	25,35	26,49	21,90	24,95	22,84	25,31	24,28
Finos enviados a Planta (oz)	5,161	4,493	6,574	6,250	5,831	5,883	6,170	4,978	5,624	5,231	5,896	4,828
<b>Consolidado plantas:</b>												
Tratado Tm	41,540	37,520	41,540	40,200	41,540	40,200	41,540	41,540	40,200	41,540	40,200	41,540
Ley de Cabeza Calculada (Gr/Tm)	16,15	16,59	17,19	17,39	16,52	16,80	16,71	15,77	16,83	16,08	16,95	15,35
Recuperación (%)	90,40	90,37	90,54	90,52	90,39	90,37	90,48	90,19	90,32	90,26	90,37	90,19
Despacho a Lima (oz)	19,501	18,082	20,790	20,340	19,941	19,619	20,194	18,994	19,643	19,384	19,793	18,484
<b>Mantenimiento:</b>												
Total de energía (Kw-hr)	5'426,240	4'901,120	5'426,240	5'251,200	5'426,240	5'251,200	5'426,240	5'426,240	5'251,200	5'426,240	5'251,200	5'426,240
<b>Recursos humanos*:</b>												
Trabajadores	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526	3,526

*Nota.* Adaptado “Poderosa en cifra,” por Poderosa 2014b  
<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

## 8.2. Análisis del Planeamiento Agregado

Tomando en cuenta la capacidad instalada de planta y los diseños de proceso, planeamiento e ingeniería considerando el objetivo estratégico programado por la alta dirección (sustentado en los reportes de geología) desarrolla el planeamiento de mina para extraer las 489,100 toneladas de mineral con una ley de oro calculada de 16.52% y cubrir la capacidad instalada de la planta con su disponibilidad mecánica (tomando en cuenta los días de mantenimiento) para asegurar el tratamiento de la totalidad del mineral con una recuperación total de 90.37% para garantizar el logro del objetivo de producir 234,765 onzas de oro.

Siendo el planeamiento agregado la determinación óptima de los niveles de producción, la fuerza de trabajo y el inventario deseado (D'Alessio 2012), en este caso el nivel de producción y la fuerza de trabajo tienen como punto de partida las onzas de oro a producir en el año, por lo tanto, los requerimientos en los planes maestro están enfocados en el aporte de cada proceso para lograr la meta. Respecto a los niveles de producción, el proceso de mina es el factor importante en el planeamiento debido a que debe poner a disposición en planta el mineral con la cantidad de oro programada y con las características físico químicas, pero en muchas oportunidades encuentran problemas en sus labores subterráneas originando que cumplan con las toneladas de mineral pero no con la ley programada, esto debido a la alta dilución (mayor presencia de desmonte que mineral valioso en el mineral ingresado a planta) que provee más mineral pero de baja calidad.

Este problema además de afectar en el logro de las onzas a producir, afecta la eficiencia del proceso debido a la operación de planta que consume la misma energía, horas hombre, reactivos, etc., para tratar las 700 TMD, originando mayor costo de producción. Por lo tanto, menos producción, mayor costo menor rentabilidad. Para evaluar el comportamiento de la operación la Gerencia General revisa los indicadores de producción trimestralmente.

Respecto a la fuerza de trabajo, recae la responsabilidad en Recursos Humanos para evitar el porcentaje de rotación. Mina es el proceso más crítico debido a la rotación de personal de líneas, para ello Poderosa busca implementar estrategias para mejorar el clima laboral, pero un factor importante es el sistema de trabajo, 28 días se labora por 14 días de descanso; en este caso Poderosa ha realizado una evaluación económica para implementar un sistema de trabajo 20 x 10 pero hay un incremento de costo de US\$ 2'000,000, la razón es que la mina está ubicada por vía terrestre a 12 horas de la ciudad de Trujillo

Los últimos años estos factores han puesto en riesgo el cumplimiento del objetivo de la producción. La fuerza de trabajo es directamente proporcional a la producción; los niveles de inventario no influyen en el planeamiento agregado debido a que se produce el oro y semanalmente se vende. Tanto mina como planta (también todos los procesos del mapa de procesos) desarrollan su plan maestro generando requerimiento de presupuestos para sus costos operativos e inversiones, personal (en caso haya incremento), disponibilidad mecánica, etc.

También incluye objetivos y estrategias, proyectos de mejora todo ello alineado al objetivo organizacional. Los procesos operativos requieren el apoyo de otros procesos, generando de esta manera una relación de soporte o estratégica que permita trabajar de manera coordinada para que puedan disponer de los recursos físicos, materiales, mano de obra y presupuesto. Los principales procesos que se relacionan con las operaciones son:

- Finanzas: provee el presupuesto requerido por los procesos de acuerdo a su plan maestro.
- Comercialización: encargado de las ventas del bullón de oro y servicio post venta para retroalimentar al proceso de planta.
- Recursos Humanos: cumplir los requerimientos de personal en cantidad y con el perfil técnico requerido permanentemente.

- Logística: coordina con cada proceso los requerimientos de equipos y materiales, para atenderlos en la fecha requerida.
- Planeamiento: procesa la información de geología y realiza el planeamiento de mina para la extracción del mineral según las características requeridas por la planta.
- Mantenimiento: garantiza la disponibilidad mecánica de los equipos para que la planta trabaje a su máxima capacidad.
- Gestión ambiental: garantiza todos permisos legales para que la producción desarrolle sus actividades de acuerdo al planeamiento agregado.

La interfuncionalidad de estos procesos con las operaciones garantiza el alcance del objetivo organizacional.

### **8.3. Pronósticos y Modelación de la Demanda**

Debido a que el oro es universalmente adquirido, no depende del proceso de comercialización para que pronostique la producción de oro y alimente al plan de producción de las operaciones. Lo único que puede afectar la producción del oro es su precio internacional y la baja de reservas de mineral; si el precio baja habría un impacto negativo en la rentabilidad de la empresa. Para ello el planeamiento agregado trabaja en tres escenarios del precio de la onza de oro: pesimista (baja el precio del oro comparado con su precio actual), realista (considera el precio actual), optimista (sube el precio del oro); si se mantiene en el escenario realista todos los procesos dispondrán de sus presupuestos asignados en el planeamiento agregado, pero si el precio del oro baja se reduce el presupuesto a los procesos estratégicos y de soporte (a excepción de Geología) sin afectar el presupuesto de las operaciones. En caso el precio se incremente se desarrollan proyectos adicionales a los programados.

Según el presente estudio no se requiere trabajar con las variables modificadoras de la demanda como: precio diferencial, publicidad y promociones, trabajo pendiente o reservaciones y desarrollo de productos complementarios; tampoco evaluar el uso de factores modificadores de la oferta como: incrementar fuerza laboral por incremento en la demanda sin estar en el plan, incrementos de inventario de salida, postergación por exceso de demanda, variación de la producción con sobre tiempos, etc., debido a que el oro según la cantidad que se produce se logra vender. Problemas en la operación que afecte el logro de las onzas de oro a producir no se relaciona con la demanda, pero si se genera oportunidad de ventas y ganancias para la empresa. Con lo expuesto la producción del oro no se relaciona con el pronóstico y modelación de la demanda, debido a que no se requiere recoger información del mercado y la competencia para elaborar el programa de producción.

#### **8.4. Planeamiento de los Recursos**

El planeamiento de los recursos parte del programa de producción de onzas de oro (planeamiento agregado), la cantidad de mineral a procesar y la capacidad de planta instalada. Como se mencionó en el ítem 8.2 cada proceso prepara su plan maestro con el requerimiento necesario para lograr sus objetivos. En la Tabla 16 se puede observar los recursos físicos que requiere procesamiento de mineral para cumplir con el objetivo del presente año, y a la vez ir preparando infraestructuras para cumplir con los objetivos de los próximos años, por ejemplo, el proyecto de refinería de oro con un presupuesto de cerca de US\$ 550, 000.

Los requerimientos de materiales, órdenes de trabajo, órdenes de servicio, etc., son controlados en los costos operativos. El listado de requerimiento de materiales es entregado a logística con seis meses de anticipación con la finalidad de que compras pueda tener el tiempo suficiente para atender dichos requerimientos en base al presupuesto trabajado por cada proceso. En la Tabla 17 se muestra parte de los requerimientos principales de planta que hace entrega a logística para que pueda añadir al plan maestro de logística.



Tabla 16

*Requerimientos Físicos de Procesamiento para el 2017*

Estado Ic2	Tipo de Inversión	Proyecto	Subproyecto	Total (US\$)
Costo:				9'118,226
Inversión	Inv. Normal	Adquisición de activos general	Incremento del área de filtrante de los actuales filtros prensa de precipitación.	32,479
		Adquisición de activos fijos planta MN	Bomba de dosificación de ayuda filtrante	5,630
			Bomba portátil de barril (trasvase de antincrustante),	3,897
			Bomba SIHI 125-32 para precapado filtro Schenk.	8,169
			Bomba Sumergible para descarga de espesadores.	4,770
			Bomba sumergible para posa de contingencia.	18,254
			Bomba vertical en línea de 110 m <sup>3</sup> .	59,950
			Bombas de dosificación laboratorio metalúrgico.	5,827
			Equipo de tamizaje Duratap DT-268.	7,065
			Inyectores de aire comprimido Sparge R para agitadores.	12,880
			Molino bond.	9,302
		Adquisición de activos fijos planta SM	Bomba stand by de solución de sello.	22,559
			Inyectores de aire comprimido Sparge E	12,880
			R para agitadores.	
		Construcción planta de tratamiento de mineral.	Construcción planta de tratamiento 100 TMD- UP Maraón,	944,394
		Depósito de relaves filtrados Hualanga	Depósito de relaves filtrados Hualanga,	1'389,917
		Depósito de relaves filtrados en la Quebrada Livias.	Depósito de relaves filtrados en la Quebrada Livias-IV Etapa.	690,030
		Depósito de relaves Santa María N°2	Ampliación de capacidad Relavera Santa María N° 2 con relavera filtrado.	615,112
		Implementación de sistemas de comunicación.	Implementación de sistema de comunicación Relavera Hualanga	11,829
		Mejora de procesos y condiciones de trabajo en planta MN	Mejorar condiciones para la limpieza interior de TG1	14,063
			Techado de TG1 y TG2 planta MN	63,652
		Proyecto refinería de Oro	Cambio de proceso en el tratamiento de precipitado	428,575
			Habilitación de acceso a refinería	126,552
		Renovación tecnológica.	Renovación tecnológica.	12,123
		Reparaciones estructurales mayores U.P. Maraón	Mantenimiento del espesador 5	227,037
	Inv. Crecimiento	Ampliación de capacitación de tratamiento de planta Santa María I	Ampliación de capacitación de tratamiento de planta Santa María I a 1000 TMSD	3'737,903
	Inv. Normal	Depósito de relaves filtrados Hualanga	Depósito de relaves filtrados Hualanga	10,375
	Total de inversión			8'475,224
	Total general			17'593,450

Nota. Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

Tabla 17

*Requerimiento de Materiales para el Proceso de Planta*

Año/Mes	Descr-Dpto	Descr-Material	Cantidad	Imp-Me
2017/01	Lixiviación	Cemento gris antisalitre	45	402'340,185
2017/01	Lixiviación	Cianuro de sodio	17500	414'635,725
2017/01	Lixiviación	Bola de acero	5000	5'130,295
2017/01	Lixiviación	Bola de acero	4000	3'935,172
2017/01	Lixiviación	Bola de acero	3500	33'058,025
2017/01	Lixiviación	Bola de acero	2500	2'360,165
2017/01	Lixiviación	Bola de acero	10500	9'870,021
2017/01	Lixiviación	Floculante Floerger/Praestol	250	1'288,658
2017/02	Lixiviación	Cemento gris antisalitre	20	17'881,786
2017/02	Lixiviación	Cianuro de sodio	17500	414'635,725
2017/02	Lixiviación	Bola de acero	5000	5'130,295
2017/02	Lixiviación	Bola de acero	4000	3'935,172
2017/02	Lixiviación	Bola de acero	3500	33'058,025
2017/02	Lixiviación	Bola de acero	2500	2'360,165
2017/02	Lixiviación	Bola de acero	10500	9'870,021
2017/02	Lixiviación	Floculante Floerger/Praestol	250	1'288,658
2017/03	Lixiviación	Cemento gris antisalitre	20	17'881,786
2017/03	Lixiviación	Acetato de plomo técnico	25	137,5
2017/03	Lixiviación	Acetato de plomo técnico	25	137,5
2017/03	Lixiviación	Cianuro de sodio	17500	414'635,725
2017/03	Lixiviación	Bola de acero	5000	5'130,295
2017/03	Lixiviación	Bola de acero	4000	3'935,172
2017/03	Lixiviación	Bola de acero	3500	33'058,025

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b.

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>)

## 8.5. Propuesta de Mejora

Considerando que una operación de mina subterránea siempre va a presentar problemas con el mineral en las labores mineras, se considera como propuesta de mejora el uso eficiente de la fuerza laboral tal y como se detalló en el Capítulo VII; a continuación, se vuelve a considerarlo:

- Según el análisis se refuerza la propuesta de mejorar el uso del personal para mejorar la productividad de procesamiento, optimizando la mano de obra eliminando actividades que no dan valor agregado.
- Respecto a mina, a pesar que es complejo su control, se plantea un trabajo minucioso entre mina, recursos humanos y planeamiento, para que analicen el requerimiento labor por labor la cantidad de horas que requieren para explotar el mineral y luego determinar el personal adecuado para cubrir esta necesidad; esto

ayudará a que optimizar el uso de los recursos dentro de su plan maestro.

Se considera esta propuesta valida debido a que aún en Poderosa no se ha trabajado de manera adecuada el diseño y planeamiento del trabajo como una oportunidad de mejora en el costo operativo especialmente de mina. Los cálculos del empleo de la mano de obra son generales y a las contratas mineras se les hace el pago por avance de labores mineras, pero no se analiza el detalle del rendimiento que cada trabajador con la finalidad de plantear mejoras en la mina como por ejemplo implementar sistema mecanizado que aporte en reducir las horas hombres empleadas para la explotación del mineral. Respecto a estas propuestas su costo beneficio se ha detallado en el Capítulo VII.

## 8.6. Conclusiones

- Cumplir con el programa de producción por parte de mina siempre será un reto, debido a la influencia de efectos naturales en las labores subterráneas.
- El planeamiento agregado en Poderosa no depende de factores modificadores de la demanda y modificadores de la oferta, debido a que el planeamiento agregado depende de la producción de mineral a procesar.
- Poderosa debe realizar pasantías o visitas técnicas a minas similares para conocer distintas experiencias que ayuden a mejorar la extracción del mineral sin alta dilución.
- En el plan anual donde se define la producción de las onzas de oro, se define también los recursos por lo que todos los procesos deben implementar herramientas de mejora continua con la finalidad de mejorar la eficiencia de las operaciones.
- Trabajar en el estudio de movimientos, así como organización de funciones con la finalidad de optimizar el uso de la mano de obra.
- Fortalecer la cultura de la calidad y la 5S en Poderosa que viene implementando desde hace más de 15 años.

## Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas

En el desarrollo de este capítulo se detalla la optimización de la producción, programación de las operaciones en la mina, así como planta y la gestión de la información.

### 9.1. Optimización del Proceso Productivo

El planeamiento agregado elaborado por la empresa es la base para la programación de las operaciones productivas en todos los procesos que integran la organización. A partir de allí cada proceso elabora su plan maestro donde planifican el trabajo a realizar, los recursos y materiales a usar por cada actividad o tarea, así como también la mano de obra. Actualmente las metas relacionadas a la eficacia (onzas producidas) se cumplen, pero se presentan debilidades en la eficiencia del uso de los recursos sea por una mala planificación inicial, falta de control en el proceso, desperdicios, reproceso y falta de estandarizar tiempos en la ejecución de las actividades.

Tanto mina como planta manejan de manera independiente su software (producción mina y producción planta) pero se enfocan únicamente a verificar sus elementos de salida (mineral con cierta ley de oro) o el producto (onzas de oro) pero estos sistemas informativos no se enfocan en optimizar el proceso que permita cumplir con lo planificado, es decir que se hayan empleado los recursos planificados para producir las toneladas de mineral y/o las onzas de oro siendo una fuerte debilidad en la organización. Actualmente la gerencia revisa mensualmente que los costos asignados a cada proceso se empleen de una manera tal que no sobrepasen lo planificado, y si estos son mayores al programado se tiene que elaborar un sustento de manera que se evidencie tangiblemente el mayor costo operativo; en algunos casos el costo ejecutado es menor al costo programado, pero los factores que generan estos resultados no necesariamente son productos de optimizar el proceso productivo, sino que se atribuyen a la no ejecución de actividades incidentales y/o programación en exceso.

Lo anterior se traduce en la no optimización previa de las operaciones productivas, es decir no hay una programación efectiva que permita a Poderosa usar sus equipos, materiales y recursos de manera eficiente para incrementar la productividad, es decir alcanzar la eficacia incrementando la eficiencia. Considerado que Poderosa es una empresa de producción continua y de gran volumen es una oportunidad de implementar una programación lineal basada en la optimización del uso de los recursos, materiales y activo tanto en mina y planta.

Poderosa, tiene como parte de su política la aplicación de las 5S y la gestión de la calidad en sus procesos, pero los resultados no son sostenibles debido a que por un lado se mejora, pero por otro hay excesos de consumos de recursos. Por ello es mejor implementar la programación lineal específicamente el método simplex de manera de optimizar el uso de los recursos limitados que se puedan disponer; otra alternativa a implementar durante el desarrollo de la operación sería el diagrama de control estadístico de proceso.

## **9.2. Programación**

Mina y planta ingresan al planeamiento agregado su programa de producción que consiste en las toneladas de mineral, ley de oro en el mineral, recuperación total del oro, este programa se elabora en base a estadísticas y/o información referencial del año anterior por ello, cuando se realiza la evaluación del programa de costos se presenta variabilidad en su desembolso que incluso supera lo programado en el planeamiento agregado; la programación óptima de los recursos mediante la optimización por tonelada de mineral recuperado de mina o tonelada tratada en planta es una buena oportunidad para reducir la variabilidad del uso de los recursos y mejorar la eficiencia de las operaciones.

Planta establece indicadores de control (por ejemplo, Tonelada Cianuro de Sodio/Tonelada de Mineral Tratada) con la finalidad de controlar que el insumo programado se consuma de acuerdo a lo planeado, pero se presentan desviaciones debido a las variaciones en las características de mineral, falta de automatización en la dosificación en el proceso. Es

poco probable que la calidad del insumo influya debido a que hasta la fecha no se ha presentado ningún problema, salvo cambio de proveedor para lo cual se debe de realizar un control de calidad al cianuro. En las Tablas 18 se presenta el programa de producción de mina donde no se aprecia el uso de recursos para lograr su cumplimiento.

Tabla 18

*Programa de Producción de Mina*

Mineral	Unidad de Producción	Origen	Tonelaje	LeyAu (Gr/Tm)	Recuperación (%)	Finos (Onzas Au)
Mina	Marañón	Tajo	81,295	10,63	92,25	25,632
		Avance	23,440	7,45	90,88	5,105
	Total Marañón		104,735	9,92	92,02	30,736
	Santa María	Tajo	116,783	18,36	92,23	63,589
		Avance	134,785	10,93	89,41	42,342
	Total Santa María		251,568	14,38	91,08	105,931
Total mina			356,303	13,07	91,29	136,667
Acopio	Marañón	Cateo libre	22,492	21,84	87,61	13,837
		Labor asignada	14,080	35,71	90,55	14,637
	Total Marañón		36,572	27,18	89,10	28,474
	Santa María	Cateo libre	71,352	26,07	88,75	53,083
		Labor asignada	2,076	48,53	92,07	2,983
	Total Santa María		73,428	26,71	88,92	56,065
Total acopio			110,000	26,86	88,98	84,539
Total general			466,303	16,32	90,39	221,207

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b (<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

Se muestra el programa de producción de mina de Poderosa, para nuestro caso el programa de mina Marañón es de 104, 734 toneladas de mineral con una ley de oro de 9.92 gr au/TM. Al no tener diseñado el planeamiento de trabajo, la cantidad de fuerza laboral y requerimiento de materiales para cada labor designada solamente se basa en estadística de consumo y el empleo de mano de obra, por lo que se puede inferir que se miden estas variables, pero no hay un estándar para compararlas y determinar que se están usando los recursos correctamente.

Considerando que Poderosa tiene un proceso continuo la programación lineal para optimizar el uso de los recursos es una herramienta que facilita la designación correcta de recursos, medirlos, controlarlos y establecer mejoras para incrementar la eficiencia y generar

mayor rentabilidad por cada dólar invertido. Todo proceso siempre va a considerar como un factor los recursos limitados y actividades restrictivas. Poderosa no es ajena a esta realidad por ello la implementación de la programación lineal en sus operaciones le permitirá asignar los recursos correctos a las distintas actividades.

### **9.3. Gestión de la Información**

Especialmente planta ha desarrollado de manera interna el software denominado producción planta donde se registra: las toneladas de mineral entregada por mina, las toneladas de mineral procesadas, la recuperación del oro en cada etapa del proceso, hora de operación de los activos, cantidad de insumos consumidos, onzas de oro recuperados, resultados de análisis químico, stock de mineral, onzas de oro no recuperado, algunas observaciones y comentarios adicionales. Estos resultados son procesados al terminar cada turno de 12 horas de trabajo, permitiendo que en línea la alta dirección y superintendentes relacionados a la producción puedan revisar el comportamiento de la planta de procesamiento de mineral.

La limitación de este software es que no mide el uso de recursos empleados, solamente se registra pero no compara si las operaciones excedieron o no el consumo de dichos recursos; es decir, debería reportar la eficiencia diaria en relación a la producción obtenida, por lo tanto, este software tiene limitaciones debido que solamente sirve para registrar data y emitir informes mensuales de producción, balances metalúrgicos y las onzas de oro producidas por lo que como manejo de información se considera importante para la planta de procesos, pero lo más importante de reportar la eficiencia y eficacia no lo tiene, por lo que es indispensable que planta pueda trabajar en esta oportunidad de mejora.

### **9.4. Propuestas de Mejoras**

El análisis de este capítulo ha demostrado que Poderosa presenta una gran debilidad en la optimización de la programación de las operaciones, por lo que se plantea las siguientes



propuestas de mejora:

- Capacitación en programación lineal a los Superintendentes de los procesos y a sus programadores con la finalidad de desarrollar conocimiento para elaborar una programación de producción con el soporte del uso óptimo de los recursos destinados para lograr la meta organizacional.
- Desarrollar los programas maestros de planta y mina aplicando software de programación lineal para optimizar el uso de los activos, recursos y mano de obra por cada actividad desarrollada; esto quiere decir, que cada meta programada debe indicar los recursos exactos que se requieran, así como la contingencia a implementar en cuanto lo requiera.
- Poder implementar en el software de producción mina y planta indicadores de control del uso de activos, materiales y recursos por tonelada de mineral extraída, así como tratada, de manera que se mida continuamente el cumplimiento del programa de producción además de su eficiencia para que cada proceso tome acciones correctivas ante cualquier desviación o encontrar oportunidades de mejora que ayuden a reducir los costos de operación.

En la Tabla 19 se muestra el análisis económico estimado por implementar las propuestas planteadas, que como primera respuesta a la capacitación en el primer año se espera una reducción de costos operativo entre planta y mina del 0.05% que representa US\$ 1'194,786. La TIR por el alto beneficio es de 138% y la inversión se recupera en un mes. Es una buena oportunidad para la empresa implementar la programación lineal para incrementar la rentabilidad gradualmente.

## 9.5. Conclusiones

- Los procesos en Poderosa pueden optimizar su proceso productivo implementando métodos de programación lineal.

Tabla 19

*Análisis Económico de Implementar Propuestas en Mina y Planta*

Mejoras de Operaciones Productivas		
Inversión		US\$
	Capacitación en programación lineal a línea de mando	35,000
	Desarrollo de software de programación lineal (Profes al TI a tiempo completo 6 meses) para mina y planta	25,000
		60,000
	Contingencias (20%)	12,000
	Total de proyecto (US\$)	72,000
Ingresos		US\$ anual
	Reducir en 0,05% el primer año el costo operativo de mina y planta	1'194,785
	Total de proyecto (US\$)	1'194,786
Indicadores Económicos	VAN (12%)	406,701
	TIR	138%
	B/C	17
	PRI (meses)	0,7

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

- La implementación de programación lineal para optimizar el proceso productivo aportará en incrementar la productividad de Poderosa debido a que los procesos de producción serán más eficientes.
- Implementar indicadores operacionales permitirá medir continuamente el desempeño operacional de los procesos y reducir la variabilidad de los resultados.
- Sin conocimiento de herramientas de medición y optimización de procesos no hay oportunidades de plantear mejoras, por ello es indispensable capacitar en programación lineal aplicado a los requerimientos de Poderosa (optimización) a los empleados responsables de desarrollar los programas de producción.
- Existe un nicho de oportunidades de reducir costos en mina, así como en planta con el apoyo de la programación, en este caso con el método lineal de optimización para operaciones continuas y de gran volumen.

## Capítulo X: Gestión Logística

En el presente capítulo se detalla la función del proceso logístico: como se manejan los almacenes, inventarios, transportes y los costos logísticos en Poderosa, el soporte que brinda a los procesos productivos cumpliendo con los indicadores establecidos en el planeamiento agregado.

### 10.1. Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento

La función principal del proceso de compras, así como abastecimiento es gestionar la adquisición de bienes y servicios requeridos por los usuarios, realizándolo mediante el sistema de logística a compradores que en la mayoría son homologados. Se cuenta con un indicador de control “nivel de atención oportuna de requisiciones” con una meta igual o mayor a 90%. No se cuenta con un módulo de proceso de compras para agilizar las gestiones y minimizar los tiempos de atención a los clientes internos.

El resultado del indicador al terminar el año 2016 fue de 77% y al cierre del primer trimestre del año 2017 fue de 87.31%. Los resultados del año 2016 se deben a tres factores principales: (a) rotación de personal en un 70% (tres de los 5 compradores se retiraron) originaron retrasos en el abastecimiento de materiales y equipos programados; (b) materiales que deberían ser clasificados como stock o reposición automática (RA) como materiales de limpieza, útiles de escritorio, uniformes específicos por áreas, materiales de construcción por actividades, test de monitoreo de agua, etc., actualmente se generan requisiciones originando sobre carga de trabajo para los compradores afectando al indicador de control; (c) tiempo de atención inadecuado, debido que después de haber aprobado la Gerencia General las compras, el material solicitado como mínimo está en operaciones en un mes.

De acuerdo al párrafo precedente podemos resumir las causas que generan un retraso en la atención de las requisiciones:

- Compras no tiene un plan de trabajo que determine las estrategias para alcanzar la

meta de 90% de atención de las requisiciones.

- Dentro de estas estrategias es reclasificar los materiales de acuerdo a la criticidad y frecuencia de uso para definir cuáles de ellos pasarían a stock, RA o en todo caso disponer de espacio en el almacén para materiales directamente de terceros para evitar realizar compras y hacer la liquidación directamente al proveedor de acuerdo al consumo mensual. Emplear un diagrama de Pareto será fundamental para este análisis.
- Los cambios en la nueva Sub Gerencia de Logística coincidió con la rotación del personal, que incluso el nuevo personal contratado sigue retirando se la empresa.
- El departamento de compras no tiene una estructura orgánica, que afecta en la no medición de capacidad de atención de requisiciones por comprador.
- No se tiene un análisis de las causas que generan que las atenciones de las requisiciones tomen un mes.
- Al no tener el análisis respectivo del tiempo no se conoce el 20% de las causas que generan el incumplimiento de las atenciones. Se puede inferir que no se tiene homologados y clasificados a los proveedores, así como también las condiciones contractuales de pago de Poderosa a los proveedores.

## 10.2. La Función de Almacenes

Poderosa tiene su almacén central en el campamento minero Vijus cuya función es la de garantizar el abastecimiento suficiente de los artículos y productos recurrentes, así como el adecuado manejo y custodia de las existencias, verificando la exactitud del registro de los bienes. La mina requiere como materiales indispensables: madera, explosivos, pernos de sostenimiento y combustible para el movimiento de equipos de bajo perfil, en este caso Poderosa ha implementado canchas de madera cerca a los ingresos principales de sus labores subterráneas; igualmente los explosivos están interior mina; un grifo surtidor de combustible

está ubicado cerca a la labor principal de minado. Ambos materiales están bajo la supervisión y control de logística.

Estos materiales de consumo de mina junto a los materiales críticos de consumo por parte de planta como cianuro de sodio, óxido de calcio (sus almacenes están dentro de la planta de procesos), zinc en polvo, medios moledores, polímero aniónico están ubicados en el lugar correcto y son almacenados de acuerdo a los requerimientos legales. Su movimiento es por reposición automática, es decir conforme van consumiéndose se van reponiendo para evitar quiebre de stock y paralizar las operaciones. Por tema estratégico la empresa ha considerado tener un inventario para un mes de estos materiales por un tema estratégico previniendo algún conflicto social.

Por tanto, se considera que hay una buena distribución de los almacenes y el manejo de los materiales estratégicos es lo adecuado para las operaciones. Por ser un almacén centralizado de mediana a baja envergadura, con el sistema de información logístico que se ha implementado actualmente pueden controlar stocks y ubicación de productos dentro del almacén; pero si requiere mejorar la infraestructura interna. Innovación en la identificación de materiales mediante un sistema de código de barras para acelerar la ubicación de los materiales podría ser una alternativa de optimización.

### **10.3. Inventarios**

Poderosa en la actualidad tiene clasificado los inventarios en: stocks, cargos directos (CDRS), proyectos (PRY), estratégicos (EST), reposición automática (RA). Hasta el mes de abril del año 2017 tiene un inventario mensual de US\$ 4'434,000 con movimientos mensuales de US\$ 2'037,000 logrando una rotación de sólo 5.64, manteniendo un inventario inmovilizado mensual de US\$ 1'462,000 en materiales de uso específico no rutinario (CDR) y US\$ 1'308,000 en materiales y activos fijos (PRY), bienes que no son retirados oportunamente por los usuarios responsables implicando sobre costos de almacenamiento,

mantenimiento y gastos administrativos como capital inmovilizado.

La debilidad de la gestión de inventario está directamente relacionada a la falta de conocimiento de la mayoría de jefes de área sobre los costos de inventarios que generan a Poderosa al realizar requisiciones de materiales y equipos, no retirarlos del almacén; también a las compras inadecuadas. Otro factor es que la atención es a destiempo llegando los materiales luego de haber concluido el proyecto. Las compras inadecuadas se originan por falta de conocimiento técnico entre el usuario y compras, debido a que en muchos casos son temas técnicos que ambos profesionales desconocen son guiados únicamente por los vendedores, no participando los especialistas de la organización. Por ejemplo, al adquirir una bomba no hacen participar a personal de mantenimiento.

Por lo tanto, la deficiencia en gestión Logística de los usuarios, atención de pedidos a destiempo y compras equivocados son las causas principales del elevado costo de inventario. En el caso de Poderosa no se considera inventarios en proceso, tampoco de producto terminado, debido a que solo se produce el bullón de oro, ni se genera productos parciales en proceso; los inventarios solo son en los materiales de ingreso al proceso productivo. La Figura 30 muestra los inventarios de CDR de los principales procesos de la organización.

La Figura 26 indica que el proceso de mantenimiento es que genera el 80% de costos de inventarios en cargos directos, es decir, recursos físicos y materiales que solicitan los materiales en exclusividad para sus trabajos de rutina o mejora por lo que se hace necesario identificar las causas que generan estos inventarios para eliminar este problema crítico en la organización. Posiblemente estas causas puedan tener relación con las analizadas anteriormente como: atención a destiempo y compras equivocadas. Implementar un sistema de control de inventarios con señales de alerta cuando se haya alcanzado el límite económico establecido para cada proceso podría ser una buena alternativa para reducir los elevados costos de inventarios.



Figura 25. Gráfico de pastel sobre saldos de CDR en almacén.

#### 10.4. La Función de Transportes

Las mercancías son trasladadas por vía terrestre desde el centro de distribución de los proveedores directamente a mina; este servicio ha sido tercerizado debido a que no es el negocio de Poderosa el transporte de materiales. Lo que sí es importante la inspección de que los permisos de las unidades de transportes por parte de la autoridad competente estén vigentes para el traslado de materiales peligrosos y no peligrosos, al igual que los brevets de los conductores. En este caso solamente Poderosa tiene adquirido el seguro de protección de bienes y mercancías los cuales se registran mediante guía de remisión activándose ante cualquier imprevisto. La debilidad encontrada es no considerar dentro de la cadena de suministro a los transportistas que son de la comunidad, prestan el servicio de traslado, la causa es que se brinda el apoyo por responsabilidad social y hasta el momento solamente se mantiene una relación superficial por un tema estratégico en la parte social. También se ha detectado la falta de seguimiento a los vehículos que trasladan las mercancías desde su punto de partida hasta las operaciones mineras.



### **10.5. Definición de los Principales Costos Logísticos**

Los costos que se generan durante el proceso logístico (proceso de mover y almacenar materiales y productos desde los proveedores hasta los clientes), están relacionados con la eficiencia y eficacia de dicho proceso; según la Superintendencia de Logística los costos de Poderosa están dentro de los estándares de minería subterránea nacional. Para validar esta afirmación se debería tener un seguimiento a los costos por actividades de este proceso de manera que se pueda identificar rápidamente su comportamiento mediante un control estadístico por procesos donde se puedan establecer como límites los valores de estándares nacionales; en caso no exista la clasificación por actividades para el control de los costos logísticos es una buena oportunidad su desarrollo. En Trujillo y Lima existen almacenes de tránsito para consolidar carga y transportarlos a mina; en otros casos se recogen desde los centros de distribución de los proveedores, por lo que los costos más altos deben estar en el transporte y el almacén en mina.

### **10.6. Propuesta de Mejoras**

Luego del análisis junto con los responsables de logística se plantea las siguientes propuestas de mejora:

- Reorganizar el área de compras, incluyendo un Jefe de Compras que administre y lidere el equipo; se requiere contar con personal ad hoc, profesional, con más experiencia, competente, comprometido, ético y proactivo. Los compradores actuales no conocen la mina, tampoco han visto de cerca el proceso por ello que solamente se remiten al costo del producto y muy pocas veces a los requerimientos que debe cumplir la mercancía solicitada.
- Recursos Humanos debe realizar un estudio de clima laboral y luego implementar las estrategias adecuadas para reducir la rotación de compradores.
- Mejorar la infraestructura de racks, anaqueles y la distribución apropiada de

materiales. Adquirir e implementar sistemas modernos de almacenaje.

- Mejorar el catálogo de proveedores de los materiales y establecer políticas para el manejo adecuado de todo bien que ingresa al almacén.
- Implementar el sistema de identificación de materiales mediante código de barras a fin de optimizar la identificación de los bienes, la toma de inventarios selectivos, inopinados y anuales.
- Implementar un software de control de inventarios que permita identificar oportunamente los sobre stocks de materiales (alarmas) así como el seguimiento y reporte automático a cada usuario.
- Mejorar el control de unidades de transporte en ruta, implementar un sistema de radar para monitorear el paso de las unidades de transporte.
- Sistematizar las operaciones de compras con el apoyo de la tecnología que ayude a reducir el empleo de mano de obra.

En la Tabla 20 se muestra el costo-beneficio consolidado, como resultado de implementar las propuestas de mejora más importantes de la gestión logística en la Poderosa.

### **10.7. Conclusiones**

- La Poderosa cuenta con un almacén general en sus operaciones mineras, cuyo control se puede automatizar para reducir los movimientos de atención y los stocks de materiales sin movimiento.
- Los inventarios del almacén en la empresa la Poderosa están con sobre stock en los CDR y PRY por lo tanto se considera un capital inmovilizado, y como pérdida.
- El transporte de mercancía por no agregar valor al producto de Poderosa se ha tercerizado, pero no se ha considerado su monitoreo satelital que es muy importante para que se cumpla el ciclo del proceso, así evitar contratiempos por robos y accidentes.

Tabla 20

*Cálculo Costo Beneficio de Implementar Mejoras en la Gestión Logística*

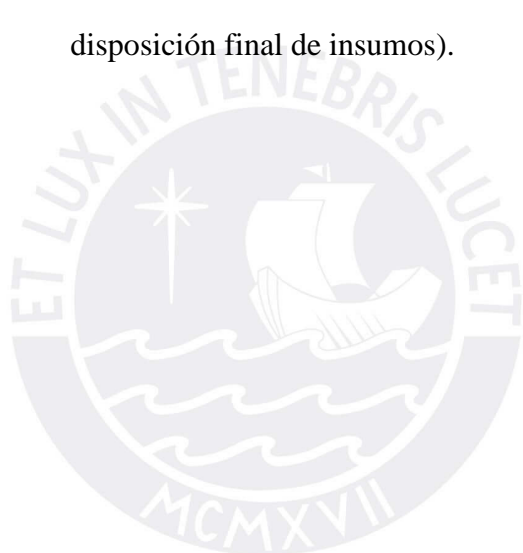
Inversión	(US\$)	Beneficios	US\$/año
Mejorar la infraestructura de racks y anaqueles y la distribución apropiada de materiales. Adquirir e implementar sistemas modernos de almacenaje.	80,000	Menor número de Horas/Hombre y menor riesgo de accidentabilidad por operaciones internas, nula observación de auditorías de entidades diversas.	25,000
Implementar sistemas de contingencia (bombas, rociadores, aspersores, etc.) ante posibles incendios; así mismo implementar de cámaras de video vigilancia los puntos críticos de cada almacén (recepción y despacho).	120,000	Gastos por incendios, multas por incumplimiento de normas de seguridad.	60,000
Implementar el sistema de identificación de materiales mediante código de barras a fin de optimizar la identificación de los bienes y la toma de inventarios selectivos, inopinados y anuales.	8,000	Menor merma, evitar pérdidas y/o desvíos.	3,000
Implementar un software de control de inventarios que permita identificar oportunamente los sobre stocks de materiales (alarmas) así como el seguimiento y reporte automático a cada usuario. Establecer políticas para el manejo de los materiales de tipo CDR y PRY de tal manera se evite tener stock inmovilizados en el Almacén.	20,000	Evitar despilfarros y/o desperdicios en materiales deteriorados, menor inventario inmovilizado, mayor disponibilidad de equipos por abastecimiento oportunos de materiales y repuestos, menor costo por espacios dispuestos, mantenibilidad y gastos administrativos de almacén.	50,000
Mejorar el control de unidades de transporte en ruta, implementar un sistema de radar para monitorear el paso de las unidades de transporte, medir los tiempos de traslado de bienes, motivar y reconocer el buen desempeño de los transportistas, así como sancionar a los incumplidos.	10,000	Mayor disponibilidad de equipos por atención oportuna por transporte eficaz, menor número de robos, mayor productividad del servicio de transporte.	8,000
Sistematizar las operaciones de compras con el apoyo de la tecnología que ayude a reducir el empleo de Mano de Obra, procesos mucho más sencillos y prácticos, incrementar el número de alianzas estratégicas con proveedores de suministros y servicio de uso continuo.	10,000	Mayor productividad del área de compras, ahorros por negociaciones estratégicas.	15,000
	248,000		161,000
Contingencias (10%)	24,800		
Total Inversión (\$)	272,800		
Resultados Financieros			
TIR	58%		
	1,7		

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).



- Logística debe elaborar un programa de capacitación a los usuarios para mejorar el control de la adquisición de materiales de manera que se pueda reducir los costos de inventarios.
- Reducir el stock de inventarios hasta en un 30% en el corto plazo, identificando los materiales obsoletos, incidiendo con los usuarios a disponer los inmovilizados, así como restringiendo la solicitud de excedentes en las requisiciones.
- Establecer nuevos sistemas de proceso con las mejoras tecnológicas adquiriendo y desarrollando programas de acuerdo al avance de la tecnología, para evitar realizar procesos manuales o con programas que casi están desactualizado, además establecer indicadores de todos nuestros procesos (desde compras hasta su disposición final de insumos).



## **Capítulo XI: Gestión de Costos**

En este capítulo se describe y analiza como Poderosa gestiona sus costos dentro de sus procesos y que oportunidades de mejora puede considerarse para mejorar sus resultados de control de costos que ayude a mejorar el desempeño de Poderosa.

### **11.1. Costeo por Órdenes de Trabajo**

Este método de costos se realiza cuando se ejecutan trabajos puntuales y ha pedido en una empresa de servicios o de manufactura, en el caso de Poderosa no aplican este método de control de costos por ser una empresa de producción de gran volumen y continua donde los costos indirectos son altos y difíciles de manejar mediante el método de costeo por órdenes de trabajo. Debido a que este método de costeo tradicional se relaciona con el volumen de producción, costos del producto, entre otros para asignar los costos, no es el caso de Poderosa que designa sus costos en base a sus actividades de procesos operativos y de soporte. Por lo tanto, al no aplicar este método de costeo no se puede analizar.

### **11.2. Costeo Basado en Actividades**

En Poderosa se desarrolla la metodología de costeo basado en actividades o costeo ABC, principalmente por tener costos indirectos de producción elevados y no fácilmente identificables. Utilizar esta metodología ayuda a la empresa a organizar los costos de acuerdo a la realidad de cada proceso por lo que permite a la alta dirección contar con información más fidedigna sobre los costos de producir las onzas de oro de acuerdo al planeamiento agregado (en la Tabla 2 se muestra los costos operativos programados para la producción de onzas programadas); además aporta en la toma de decisiones estratégicas que ayuden a reducir los costos, e incrementar la rentabilidad de la empresa, proponer mejoras que ayuden a sincerar los costos unitarios de cada proceso. Para la aplicación de la metodología de costeo ABC en Poderosa, se ha elaborado un modelo que contiene cinco variables bien definidas: (a) departamento responsable, (b) departamento ejecutor, (c) actividad, (d) zona y (e) anexo

siendo cada una de ellas una tabla maestra integrada en todos los sistemas. Este costeo ABC está dirigido básicamente a los procesos operativos: geología, mina, planta y comercialización.

Hasta la fecha el costo basado en actividades ha permitido un mejor control y distribución de los costos en Poderosa, pero no se ha evidenciado que estos sean controlados en indicadores estratégicos que ayuden a la alta dirección a tomar decisiones correctas cuando tenga que asignar los costos a los procesos operativos. Los indicadores que aún se mantienen son los tradicionales como por ejemplo US\$/tonelada tratada de mineral en transportes cuando lo correcto debería ser US\$/Kilómetro recorrido; US\$/m<sup>3</sup> de agua consumida, etc. Mientras no se mejore la definición de los indicadores económicos se puede estar incurriendo en subvencionar costos a otros procesos que en la realidad consumen más recursos cargando costos a procesos que consumen menos recursos. Finalmente definir los indicadores correctos permitirá reducir el número de indicadores que tiene la organización seleccionando los más críticos que entreguen un valor agregado a la organización para que la alta dirección pueda tomar decisiones acertadas en su gestión económica.

Actualmente el indicador de la alta dirección respecto al control de los costos es US\$/TMT, también podría ser US\$/onzas producidas, a partir de allí cada proceso operativo y de soporte despliegan su indicador de costos. Se estima que estos deben ser alineados al indicador principal como si puede estar sucediendo con Geología cuyo indicador es US\$/ (prospección y desarrollo). Los indicadores de los otros procesos como minado (US\$/TMT – tonelada métrica tratada-) no refleja propiamente el costo de las operaciones de mina debido a que TMT (tonelada métrica tratada) está referida a las toneladas de mineral tratada en planta que es muy diferente al costo de toneladas de mineral extraídas de mina que incluye el transporte hasta planta, en la situación actual hay mayor extracción de mineral que el mineral tratado en planta por lo que el costo debería ser mayor a lo que se reporta actualmente, por



ello el indicador de mina que mejor se alinea es US\$/TMExtraída de mina allí estarían los costos de avance, desarrollo, voladura, extracción, limpieza y transporte de mineral a planta, estos ya incluyen mano de obra, traslados de personal, etc.

Respecto a planta su indicador actual es US\$/TMT, pero el alcance de planta es también fundición (donde también hay reproceso) y no toma en cuenta el costo de energía por mantener en funcionamiento los equipos que procesan el oro y mantienen los inventarios en proceso, por lo que se propone que deberían considerar dos indicadores: US\$/TM procesadas (que incluye los costos de manejo de relaves) y US\$/onzas de oro recuperadas (incluyen recirculación de solución de relaves que contienen el oro, precipitación, fundición); también la mejora estaría en los indicadores de energía que es Kw-h / TMT, pero para un mejor control sería US\$/Kw-Hr por cada proceso, esto va a permitir conocer mediante el diagrama de Pareto los procesos que mayor consumen energía y proponer proyectos kaizen para optimizar su consumo; el indicador de mantenimiento es muy general US\$/TMT, estos deberían ser específicos por proceso como por ejemplo: medio ambiente (US\$/m3 de agua tratada), geología (US\$/onza encontradas), mina (US\$/TMextraída), etc.

De acuerdo a lo expuesto con el indicador a nivel de gerencia de operaciones US\$/TMT presentamos la siguiente Tabla 21 con los costos programados y reales desde el año 2012 al año 2017, además también se han añadido costos de autores de artículos recuperados en internet.

Comparando los costos operativos de Poderosa con el valor consolidado de la mina Endeavour Silver Corporation, los años 2012 y 2013 los costos de Poderosa son altos, aunque puede ser distintas realidades se han detectado debilidades que influyen en altos costos operativos:

- Personal de mina reubicado por incapacidad temporal y con descansos médicos.

- Programación deficiente de las operaciones.
- Reprocesos en actividades productivos.
- En la unidad de producción excedente de personas con baja producción de mineral.

Tabla 21

*Costos Programados y Reales*

Costo de Producción	Año	Programado (US\$/TMT)	Real(US\$/TMT)
	Poderosa - 2012	178.16	175.21
	Poderosa – 2013	183.05	188.65
	Poderosa – 2014	181.95	192.51
	Poderosa – 2015	184.85	181.17
	Poderosa – 2016	191.99	198.93
	Poderosa – 2017	173.89	189.67
	Costo Teórico	59.41	62.13
	Mina Subterránea*		
	Costo		98.01
	Mina Subterránea (2013) **		
	Costo Mina Subterránea (2012) **		92.74

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b  
(<https://es.scribd.com/document/226768659/Costos-de-Minas-Subterraneas>)

**11.3. Costeo por inventarios**

En el caso de Poderosa que tiene un solo producto que semanalmente es despachado al cliente externo no se genera costos por inventarios en productos terminados. Si se puede considerar que se tiene inventarios en proceso donde el oro se encuentra en la pulpa y solución cianurada donde hay presencia de oro en solución hasta que llegue a la etapa de precipitación y finalmente a fundición para obtener el bullón de oro. Actualmente solo se maneja este inventario en proceso (oro en proceso) para el caso de saber cuánto de oro hay presente en el proceso para los balances metalúrgicos y reportes a las autoridades competentes, por lo es una oportunidad costear el consumo de energía, desgaste de equipos,

consumo de reactivos mano de obra que incurren en costos operativos por mantener la operación todos los equipos de planta mientras el oro se encuentra en proceso hasta antes de ser transformado en bullón. En el capítulo de gestión logística se ha detallado el costeo de inventarios de insumos.

#### **11.4. Propuesta de Mejoras:**

Tomando en cuenta el análisis precedente se han determinado dos oportunidades de mejora:

- Incluir dentro de la gestión de costo el mantenimiento del inventario en proceso del oro que se encuentra en el circuito de planta.
- Evaluar los indicadores actuales, filtrar los que generan un valor agregado a la gestión de costos y se alineen al costo propuesto por la alta dirección.

En la entrevista al Jefe de Costos y Presupuestos de Poderosa, para implementar estas mejoras de gestión requiere de dos especialistas en costeo en empresas mineras por seis meses. La Tabla 21 muestra la inversión que se requiere para mejorar la gestión de costos a partir de implementar las dos propuestas de mejora es de US\$ 36,000. Como resultado se tendrá una mejora estructura de costos con información más fidedigna para que la alta dirección pueda tener un mejor análisis y posteriormente tome decisiones con mayor sustento para reducir los costos operativos mejorando la eficiencia de los procesos que potencialmente estén generando desperdicios. Por lo tanto, el impacto económico de esta inversión se reflejará en las medidas que tome la alta dirección para reducir los costos.

Solamente se ha considerado la inversión para mejorar la estructura de los costos de la empresa y por cada proceso, esta mejora posteriormente va a aportar en un mejor análisis del comportamiento de los costos de operación de los procesos que permita identificar oportunidades de reducirlos; es decir la nueva estructura de costos dará una visión más clara de su comportamiento y quedará en la alta dirección que con un mejor manejo de esta

información tome las acciones correctivas que permita mejorar la rentabilidad de la empresa.

Por ello no se ha colocado beneficios porque solamente serían suposiciones que podría pasar.



Tabla 22

*Inversión Requerida para Mejorar la Gestión de los Costos en Poderosa*

Propuesta	Requerimiento	US\$/mes x los dos especialistas	Tiempo requerido de trabajo (meses)	Inversión total (US\$)
Incluir dentro de la gestión de costo el mantenimiento del inventario en proceso. Implementar indicadores específicos que den valor agregado a la gestión de costos.	Dos especialistas en costos con experiencia en minería	6,000	6	36,000

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b (<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

**11.5. Conclusiones**

- Poderosa emplea el costo basado en actividades por ser un proceso continuo y de gran volumen que genera costos indirectos elevados difíciles de manejar con el método de costo tradicional.
- No se tiene costos en inventarios debido a que el único producto final es el bullón de oro.
- Poderosa no ha tomado en cuenta los costos de inventarios en proceso sea de mineral o el oro en solución en el circuito de lixiviación de planta.
- A pesar que el costeo ABC es el adecuado para Poderosa los indicadores implementados actualmente en su mayoría no aportan información estratégica para que la alta dirección proponga oportunidades de mejora a los procesos productivos o de soporte.
- Poderosa debe implementar indicadores de control de costos específicos por actividad, luego por procesos y finalmente aterrizar en los indicadores de gestión a nivel de la alta dirección.

## **Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad**

En este capítulo se describe y analiza como Poderosa gestiona la calidad en todos sus procesos, los beneficios que hasta el momento ha obtenido, así como las debilidades y oportunidades de mejora que se puedan encontrar con la finalidad de mejorar el desempeño de sus procesos.

### **12.1. Gestión de la Calidad en Poderosa**

La gestión de calidad en Poderosa está basada en la Norma Internacional ISO 9001, bajo un enfoque en procesos teniendo como base la satisfacción de sus grupos de interés, la gestión de procesos y el ciclo de mejora continua PHVA; funcionalmente la gestión de la calidad se gestiona a través de una superintendencia de calidad. Adicional al sistema de gestión de la calidad (SGC) implementado en Poderosa, también se promueve la formación de círculos de mejora continua (CMC) y la práctica continua de la filosofía japonesa “5S” en toda la organización.

Estas dos estrategias de mejora (CMC y 5S) dependen mucho de la cultura de la calidad de las personas que integran Poderosa, factor importante que supera a las acciones básicas de contar, conocer los manuales de operación y participar en los programas de capacitación. La debilidad que Poderosa arrastra desde el año 1999 es que el personal en su mayoría no está convencido de los beneficios de los CMC y las 5S puedan aportar a su trabajo y al objetivo de la organización; lo mismo sucede con el sistema de gestión de la calidad. Las tres estrategias son tomadas como una carga de trabajo, a pesar que la organización tiene declarada en su política de sistema integrado a la calidad y la mejora continua. En algunos casos se exige que se formen los CMC y la práctica de la 5S cuando debe ser voluntario e iniciativa de los trabajadores.

Examinando la estrategia de trabajo de la Superintendencia de Calidad, solamente se centra en la aplicación de las 5S y la operatividad de los CMC, pero los resultados no son

constantes y tampoco las metas son las esperadas para una organización que tiene más 16 años aplicando estas estrategias de mejora. De alguna u otra manera los trabajadores realizan mejoras a través de creatividad, pero muy poco contemplan la cantidad de desperdicios y reproceso en sus operaciones, esto lleva a considerar que no se ha interiorizado la cultura de la calidad en los trabajadores de la empresa como primer requisito de la calidad. Un caso similar sucede el SGC, muchos procesos aún no logran comprender de lo indispensable que es contar y aplicar un sistema de gestión de calidad para asegurar la calidad del producto con una alta rentabilidad. Por lo tanto, debería haber una reorganización en el plan de trabajo del departamento de calidad en buscar estrategias de fortalecer la cultura de la calidad en Poderosa sin perder la práctica del kaizen y las 5S.

La verificación del sistema de gestión de calidad se realiza mediante auditorías internas sistemáticas y revisión periódica por parte de la gerencia general. La Figura 28 muestra los beneficios económicos anuales probables que se ha logrado por la actividad de los CMC desde el año 1999 al 2016; probable porque el departamento de calidad no ha podido demostrar de manera tangible estos beneficios, solamente son valores que cada CMC presenta al cerrar el año de producción.

La Figura 28 muestra que a partir del año 2013 se ha registrados mayores beneficios; básicamente esto se debe al tipo de proyecto de mejora, por ejemplo: cuando se realiza mejora de procesos en la producción misma los beneficios son más altos que una mejora administrativa. En el año 2007 no se registró actividad de los CMC.

## **12.2. Control de la Calidad en Poderosa**

Recordando que Poderosa tiene un solo producto el bullón de oro, planta como proceso responsable de obtener el único producto aplica los distintos procedimientos operativos que aseguren las especificaciones de oro y planta. El límite de metales contaminantes como el arsénico, cadmio y el plomo, así como el laboratorio químico es el



responsable control de calidad del producto a través del muestreo y análisis químico de los bullones. De esta manera el laboratorio químico valida la calidad o rechaza los bullones de oro; los bullones (básicamente por exceso de plomo) rechazados vuelven a ser reprocesados hasta cumplir con las especificaciones técnicas.

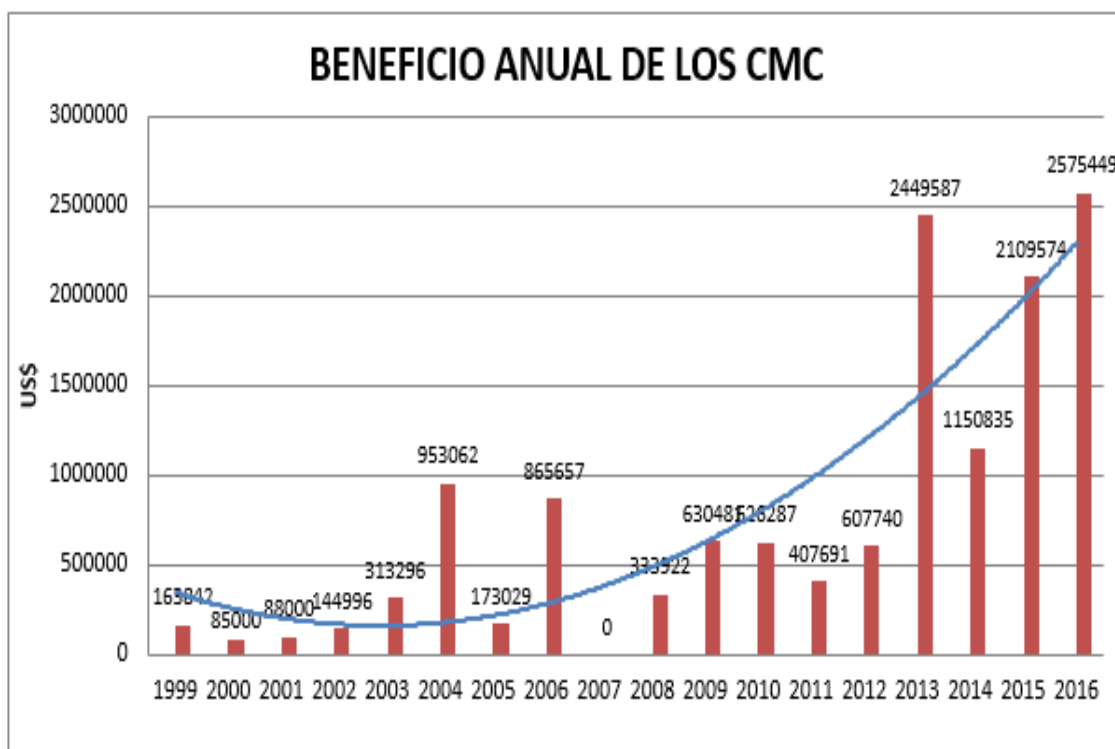


Figura 27. Beneficio económico por la participación de los CMC.

Adaptado de “Poderosa en cifras,” por Poderosa, 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

Los resultados de laboratorio de Poderosa son corroborados con los resultados de análisis químico en laboratorios acreditados por INACAL que emite el cliente a la empresa. Ante cualquier desviación se genera una solicitud de producto no conforme. Planta dentro su proceso establece controles los cuales son monitoreados por su tabla de aseguramiento de la calidad (TAC) y el control de sus indicadores a través de su ficha de proceso. En el caso de mina, así como los demás procesos de también emplean estos documentos de control cuyos resultados son revisados por la alta dirección de manera trimestralmente (ver Apéndice E y F).

Si bien es cierto que planta tiene la responsabilidad de obtener el producto final, es importante que mina provea la cantidad de mineral con las características físico químicas tomando en cuenta las virtudes, limitaciones que tiene la planta de procesos y la fundición del precipitado. En este tema nuevamente recae la cultura de la calidad porque a pesar de contar con la certificación y un sistema de gestión de calidad que es controlado por la TAC. La ficha de procesos de mina muchas veces el mineral que llega a planta no cumple con las especificaciones de calidad esperada, argumentando la complejidad de las labores en mina a pesar de la planificación agregada; también el mineral de mineros artesanales influye en el proceso de planta. Esto obliga a fundición a reproceso continuo hasta que el bullón cumpla con las especificaciones del cliente; la conformidad la hace laboratorio químico. Por lo tanto, minado debe replantear los indicadores de éxito de salida de su proceso y mejorar los controles establecidos en su TAC para mitigar los potenciales de obtener un producto no conforme en planta.

### **12.3. Propuesta de Mejoras**

- Actualizar la ficha de procesos de mina y planta con una frecuencia semestral reformulando las metas sin afectar la conformidad del producto final.
- Contar con un cuadro de mando integral (Balanced Scorecard - BSC) que permita conocer en tiempo real el desempeño de los procesos tomando como base la información de la Gestión por Políticas permitirá tomar decisiones de manera inmediata y evitar potenciales desviaciones,
- Si bien es cierto que la implementación de este sistema trae una serie de beneficios en la gestión de los procesos, se podría mejorar si los colaboradores interiorizaran el fundamento del sistema y como contribuye en la ejecución de sus actividades,
- Replantear la gestión de la calidad implementado nuevas estrategias que direccionen las fuerzas de la organización en sembrar, consolidar la cultura de la

calidad, sin descuidar la aplicación de las 5S y consolidar los CMC; respecto a esta última estrategia la alta dirección debe solicitar a los procesos cuando presentan su plan maestro para el planeamiento estratégico desarrollar mínimo un proyecto de mejora que impacte en la eficiencia de la organización, y

- El departamento de calidad debe evaluar el costo beneficio de implementar el método Lean para identificar el tipo de desperdicio que se generan en los procesos productivos; a partir de allí establecer proyectos para que cada proceso pueda eliminar la causa de la raíz.

En la Tabla 23 se muestra la evaluación costo beneficio de implementar el BSC en la gestión de la calidad para un control correcto de los indicadores de control de calidad.

Además, muestra que implementar el método Lean y el BSC sistematizado para mejorar la eficiencia en los procesos de Poderosa genera grandes ahorros económicos. En un escenario pesimista reduciríamos en el primer año 0.05% de los costos operativos de la organización que significa US\$ 586,087 con un periodo de retorno de la inversión de 14 meses. Por lo tanto, es una buena oportunidad para Poderosa mejorar su estrategia en la gestión de la calidad.

#### **12.4. Conclusiones**

- Poderosa cuenta con certificación en ISO 9001:2008 pero no ha encontrado una consolidación en la aplicación de su sistema de gestión de calidad.
- La mayor parte de los trabajadores de la organización desarrollan el kaizen, las 5S por obligación y no de manera voluntaria, como consecuencia de una política de la calidad basada en premios, reconocimientos externos, no de una política de generar la cultura de la calidad con resultados a mediano y largo plazo.
- Tener la gestión de calidad centralizada en un departamento hace que se tengan debilidades en los procesos por lo que se hace necesario descentralizar la gestión

de calidad a todos los procesos empoderando al personal para que sean gestores de calidad de sus propios procesos.

Replantear el sistema de gestión de calidad de acuerdo a la estrategia de la organización, así como no aplicar la totalidad de los requisitos de la ISO 9001:2008.

Reorganizar la estrategia de calidad en Poderosa fomentando la cultura de la calidad desde la alta dirección, realizando actividades para vencer la resistencia al cambio en caso se requiera.

Tabla 23

*Evaluación Costo-Beneficio por Mejoras en la Gestión de Calidad de Poderosa*

Implementar el BSC Sistematizado y el Método Lean en la Gestión de la Calidad		
Inversión		(US\$)
	Asesoría en BSC	20,000
	Software de FODA Matemático	15,000
	Software de tablero de control BSC	25,000
	Capacitación a la alta dirección, superintendencia y jefaturas en Lean	10,000
		70,000
	Contingencias (20%)	14,000
	Total proyecto (US\$)	84,000
Beneficios		(US\$) anual
	Reducir el costo de operación anual en 0.05% por reducir desperdicios	586,087
	Total proyecto (\$)	586,087
Indicadores económicos		
VAN (15%)	1'635,352	
TIR (%)	698	
B/C	35	
PRI (años)	0,14	

Nota. Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b

(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

### **Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento**

En este capítulo se describe y analiza como Poderosa gestiona el mantenimiento de sus activos, para lo cual se presenta una introducción, luego se analiza el mantenimiento correctivo, así como preventivo para identificar debilidades y oportunidades de mejora con la finalidad de mejorar el desempeño de su gestión.

El proceso de mantenimiento lo conforman los subprocesos de: mantenimiento mina, mantenimiento planta, mantenimiento general. Poderosa considera activos a todos los equipos que superan los US\$ 1,000; los activos al ingresar a la organización a través de logística compras, mediante la red se transmite la información al departamento de activos para que registre su código a dicho activo, este código tiene una numeración correlativa respecto a número de activos en la organización. Luego el proceso responsable del activo coordina con planeamiento de mantenimiento para que este activo sea registrado en el software de Mantenimiento General (MG), a partir de allí cada proceso a cargo de los activos tiene la obligación de registrar las horas de operación, así como las observaciones que puedan ocurrir en la operación.

Con las horas de operación, observaciones y manuales de operación de los activos el sistema de mantenimiento automáticamente reporta el programa de mantenimiento preventivo (ver Apéndice B). Con esta premisa analizamos la situación actual del mantenimiento correctivo y preventivo en planta proceso principal para cumplir con el planeamiento agregado de Poderosa.

#### **13.1. Mantenimiento Correctivo**

En la actualidad, los mantenimientos correctivos se han reducido drásticamente con la mejora del planeamiento de mantenimiento para fortalecer el mantenimiento preventivo y a mediano plazo el mantenimiento predictivo. Del total del 100% de mantenimiento programado en una semana el 5% esta direccionado a mantenimiento correctivos (ver

Apéndice C).

Estas fallas suceden cuando el activo no ha cumplido sus horas de operación acumuladas según el MG originado por fallas mecánicas, eléctricas, operacional o fatiga de piezas importante de equipos que no se pueden detectar a simple vista. En efecto los trabajos de mantenimiento correctivo se han reducido en planta debido a que se ha centrado la gestión de mantenimiento en las acciones preventivas y en algunos casos por la limitación de equipos en acciones predictivas como el control de vibraciones. En el tema de bombas y otros activos (en especial piezas estratégicas que son parte de estos activos) se ha reducido el mantenimiento correctivo debido a que existen en *stand by* en el proceso y que influyen en una parada de las operaciones de la planta de procesos en caso se presente una falla.

Hay dos factores importantes sobre el cual no se aprecia un buen control para que las fallas por operación y fatiga se reduzcan: no se aplica el mantenimiento autónomo ni tampoco se invierte en mantenimiento predictivo y/o confiabilidad. Las fallas mecánicas o eléctricas se presentan en su mayor parte porque el usuario del activo no registra las horas de trabajo, factor importante para el programa de mantenimiento preventivo.

### **13.2. Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es lo que predomina actualmente en la gestión de mantenimiento de Poderosa con la implementación del software de mantenimiento general; uno de los criterios de este mantenimiento está en función a las horas de operación de los equipos, los cuales están clasificados en familias y teniendo cada uno de ellos sus respectivas tareas de mantenimiento las cuales se basan en el manual del fabricante. Otro criterio está relacionado con la criticidad de los equipos que se programan para su mantenimiento según recomendaciones del proveedor. Actualmente el 95% de los mantenimientos son preventivos.

Respecto a la criticidad de los equipos estos todavía se evalúan de manera general como críticos sin tener criterios sostenibles como: crítica, importante, conveniente según sea

el caso; con esta clasificación de criticidad algunos equipos no dependen de las horas de operación sino de otros factores que rodean al equipo como: tipo de proceso, materia prima, activos o piezas en *stand by*, impacto de los fallos, aplicación del mantenimiento autónomo, políticas de stock y estándar de calidad, considerando que se trata de la planta de procesamiento de mineral, donde se obtiene el producto de Poderosa. Con el aporte del MG y los factores descritos, el mantenimiento preventivo será más eficiente de manera que se asegura una máxima disponibilidad con un manejo eficiente de los recursos de mantenimiento. Finalmente debe considerarse indicadores de estándar mundial para verificar la efectividad y eficiencia del mantenimiento (ver Apéndice D).

### 13.3. Propuesta de Mejoras

- Mejorar el planeamiento de mantenimiento preventivo considerando la clasificación de criticidad de los equipos, horas de operación y recomendaciones del fabricante.
- Implementar el mantenimiento predictivo para los equipos críticos para reducir fallas por desgaste o fatiga ya que con ello se evitaría paradas de estos equipos que puedan originar pérdidas en la producción por parada de planta; esto origina disponer de un profesional dedicado exclusivamente a evaluar el tiempo entre fallas de los equipos (confiabilidad) para analizar fallas, así como proponer mejoras que optimicen la gestión en mantenimiento.
- Implementar el mantenimiento autónomo y fortalecer la aplicación de las 5S para los trabajadores de planta como una herramienta adicional del mantenimiento preventivo.
- Fortalecer la gestión de planeamiento de mantenimiento con una mejor evaluación de los programas de mantenimiento verificando en el campo el estado real de los equipos a programar, de tal manera que se propongan las oportunidades de mejoras



y optimizar el uso de los repuestos, así como recursos en la gestión de mantenimiento.

- Implementar indicadores de desempeño como: eficiencia global del equipo, seguridad y protección ambiental de la gestión del mantenimiento.

Una de las propuestas está relacionada a la capacitación de mantenimiento autónomo que personal de mantenimiento podría realizar a los operadores de planta; el resto de alternativas está relacionada a implementar dos profesionales en la gestión del mantenimiento. La Tabla 24 muestra la evaluación costo beneficio de implementar estas mejoras, en la gestión de mantenimiento necesita una inversión de US\$ 85,150. Para estimar el beneficio económico y financiero consideramos una parada de planta por un mes por un espacio de 8 horas lo cual origina una pérdida de oportunidad de venta, la Tabla 24 muestra los beneficios por reducir una falla en planta.

Tabla 24

*Evaluación Costo-Beneficio por Mejoras en la Gestión de Mantenimiento*

Propuesta	Requerimiento	US\$/mes	Total US\$/año
Capacitar a personal de planta en mantenimiento.	Ocho horas de capacitación	50	Tres veces al año: 150
Implementar mantenimiento predictivo mediante la incorporación de profesionales en planilla de mantenimiento. Implementar indicadores de control.	Dos profesionales de mantenimiento	7,000	84,000
Mejorar la gestión de planeamiento de mantenimiento.	Asesoría externa	3,000	3,000

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b.  
(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>)

Este beneficio de US\$ 1'252,380 obtenido por las mejoras implementadas en la gestión del mantenimiento dan los siguientes resultados financieros:

- VAN (US\$): 3'559,750
- TIR (%): 1199
- B/C: 60
- PRI (meses): 1

Tabla 25

*Beneficio por Reducir una Falla Operacional por Mes*

Pérdida de oportunidad de producir oro (onzas) en 8 horas	83
Pérdida de oportunidad de venta (US\$) por parada de planta	104,365
12 fallas/año (US\$)	1'252,380

*Nota.* Adaptado de «Poderosa en cifras», por Poderosa, 2014b  
(<http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>).

Los resultados económicos y financieros muestran que las propuestas de mejora van a generar un gran beneficio al logro del objetivo del planeamiento agregado y mejorar la eficiencia del proceso de mantenimiento y de planta.

**13.4. Conclusiones**

- Poderosa cuenta con certificación en ISO 9001:2008 pero no ha encontrado una consolidación en la aplicación de su sistema de gestión de calidad.
- La gestión de mantenimiento de Poderosa ha dado un paso importante en reducir el mantenimiento correctivo en su gestión, logrando fortalecer el mantenimiento preventivo en la organización.
- Todavía no se toma la decisión de tomar acciones correctivas en controlar las fallas operacionales y del equipo (específicamente por fatiga o desgaste de piezas importantes) que pueden generar pérdida de oportunidad de venta de onzas de oro, por lo que se hace necesario de implementar el mantenimiento autónomo y predictivo.
- Planeamiento de mantenimiento está en proceso de formación por lo que es importante buscar asesoría externa, así como visitas a empresas del mismo rubro que hayan implementado una gestión de mantenimiento de clase mundial.
- Para medir el desempeño de la gestión de mantenimiento Poderosa debería implementar auditorías externas a la gestión con la finalidad de incrementar los resultados que deben ser medidos por indicadores de clase mundial.

## Capítulo XIV: Cadena de Suministro

De acuerdo a la estructura orgánica de Poderosa no se cuenta con un departamento de gestión de la cadena de suministro, solamente se ha considerado la gestión de la logística como proceso de soporte para que el desarrollo de las operaciones se ejecuten de acuerdo al plan anual de producción; el bullón de oro se comercializa a los clientes en el extranjero el proceso de Comercialización sin tener de por medio centros de distribución, siendo justificado por la producción de un solo producto y la venta a dos clientes.

### 14.1. Definición del Producto

De acuerdo a lo estudiado en los capítulos precedentes Poderosa solamente obtiene un solo producto que es el bullón de oro con un contenido mayor a 50% de oro en peso.

### 14.2. Descripción de las Empresas que Conforman la Cadena de Abastecimiento, Desde el Cliente Final, hasta la Materia Prima

Como se mencionó líneas arriba Poderosa no tiene como proceso la gestión de la cadena de suministro, solamente ejecuta la gestión logística y en base a este contexto se hará la descripción de los proveedores (empresas) y entidades del estado que participan desde la concepción del producto hasta su venta al cliente final.

Aero Transporte (ATSA): Traslada por vía área los bullones de oro de mina a Lima, la recepción lo realiza una empresa de cuidado de valores que se encarga del embarque por vía área de los bullones hacia el exterior (no se da mayor información por ser un tema confidencial).

- Proveedores: están clasificados en: proveedores de bienes y servicios críticos (aquellos que abastecen de materiales de reposición automática, clasificados como estratégicos, palanca y cuello de botella), proveedores de servicios rutinarios (proveen servicios continuos no relevantes), proveedores de materiales y servicios diversos (abastecen materiales y/o servicios no considerados críticos). Logística

cuenta con una matriz de evaluación de proveedores de bienes y servicios críticos cuyos factores de evaluación son: evaluación, aprobación (verificación con SUNAT), selección y reevaluación periódica.

- Servicios de Transportes Mina (SETRAMI): presta el servicio de transportar el cianuro de sodio, óxido de calcio y petróleo desde el almacén del proveedor hasta la mina.

El insumo principal para producir el bullón de oro es el mineral, por lo que el proceso de mina es el proveedor principal. De acuerdo a lo descrito Poderosa no tiene implementado una cadena de suministro donde integre a los proveedores, empresa, cliente y cliente final. Su estrategia es garantizar que los proveedores de los insumos estratégicos y críticos estén dentro de su catálogo de proveedores previamente evaluados para asegurar que los productos o servicios que entregan a Poderosa cubran los requisitos de calidad y cantidad que requiera para cumplir su programa de producción.

Se plantea como una buena oportunidad implementar el departamento de gestión de la cadena de suministro de manera que proveedores, empresa, clientes compartan los objetivos y políticas de la organización, compartan riesgos y oportunidades, así como los beneficios de manera que se logre el objetivo de toda cadena de suministro: ganar-ganar.

### **14.3. Descripción del Nivel de Integración Vertical, Tercerización, Alianzas o Joint-**

#### **Venture Encontrados**

Considerando el aprovisionamiento de insumos, equipos y materiales solo se realiza a través de la gestión logística, no existe alguna empresa que lleve el liderazgo de la cadena de suministro. Poderosa integra a los proveedores de bienes y servicios críticos a través de contratos donde una de sus cláusulas por incumplimiento de los proveedores son las penalidades.

Actualmente Poderosa en base a su evaluación de proveedores decide con quien

trabajar, pero no contempla relaciones a largo plazo para integrarlos y asegurar el cumplimiento de su planeamiento agregado de producción.

Se reafirma la necesidad de dar inicio a la implementación de la gestión de la cadena de suministro como estrategia corporativa de Poderosa para asegurar el logro de sus objetivos operacionales a mediano plazo. Los únicos bienes seguros que Poderosa dispone para asegurar la producción de oro es el mineral, agua y energía, los otros insumos debe adquirirlos de sus proveedores estratégicos. En un rápido análisis que las personas que integran el grupo de logística sustentan que el óxido de calcio, medios moledores y cianuro son productos comercializables y existen distintos proveedores en el mercado.

#### **14.4. Estrategias del Canal de Distribución para llegar al Consumidor Final**

Poderosa envía directamente los bullones de oro por vía aérea al cliente final, en este caso una refinería internacional; con este cliente se cierra el ciclo de vida del producto. Por tanto, no se maneja estrategias de canal de distribución para la entrega del producto final.

#### **14.5. Mejoras al Desempeño de la Cadena de Aprovisionamiento**

Poderosa debería trabajar con la proyección en el futuro del comportamiento en el abastecimiento de bienes y servicios que son considerados estratégicos y críticos de manera que tenga la necesidad de implementar la gestión de la cadena de suministro y lo integre dentro de su sistema de gestión de calidad, ambiental y de seguridad tal y como lo sugiere la ISO 9001/14001:2015 para asegurar que en la cadena de valor se considere a los proveedores, empresa, clientes, Estado entre los principales stakeholders, esto genera la oportunidad de gestionar su producto a través de una cadena de suministro donde la gestión logística solamente es una actividad más. Poderosa aún no tiene en sus planes contar con una cadena de suministro por el tipo de producción que ejecuta y que tiene bajo su administración el mineral; por tanto, no se tiene datos que permita realizar un estudio costo beneficio de la propuesta presentada.

#### 14.6. Conclusiones

- Poderosa tiene como materia prima principal el mineral cuya administración y provisión están bajo su control.
- Todo el abastecimiento de insumos lo gestionan a través de su departamento de logística, con una evaluación frecuente de proveedores de bienes y servicios críticos para asegurar que los adquiridos cumpla con las exigencias de los procesos operativos de Poderosa.
- El único producto es el bullón de oro con un contenido mínimo de 50% de oro en peso,
- No se requiere de canales de distribución, Poderosa entrega directamente a su único cliente el producto producido semanalmente.
- El agua, la energía, el cianuro y la cal son los insumos en segundo orden de prioridad para obtener el bullón de oro; el agua, así como la energía son proveídos de recursos naturales renovables por ello su abastecimiento no genera un riesgo alto para la producción.
- Para la provisión de cal y cianuro se hace necesario una alianza estratégica por lo menos con dos proveedores con la finalidad de que se asegure la producción por los años que se consideran en el plan estratégico.
- Es una buena oportunidad a mediano plazo que Poderosa pueda implementar su cadena de suministro para asegurar cualquier desviación en el mercado de los bienes o insumo que requiera sean adquiridos por empresas de mayor poder adquisitivo.

## Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones

### 15.1. Conclusiones

- Poderosa es una empresa de mediana minería de gran volumen y de producción continua con un solo producto final: bullón de oro.
- Para la ubicación de la planta de procesos de mineral se tomó como referencia el abastecimiento de mineral como el factor más influyente.
- El dimensionamiento de la planta es afectado por la reserva de mineral de Poderosa y no por la demanda del cliente debido a que el oro es un producto de consumo universal.
- El proceso de recuperación del oro en la planta de procesos está estandarizado para el tipo de mineral con oro diseminado no refractario, un cambio en las características del tipo de mineral afecta directamente a la recuperación del oro.
- Hay oportunidad de incrementar la productividad en Poderosa mediante la independización del tratamiento de mineral de los mineros artesanales, que va a originar que la capacidad máxima de tratamiento de planta Marañón sea exclusiva para el mineral que extrae las operaciones de mina.
- Es económicamente rentable para Poderosa reaprovechar las canchas de relaves cerradas para instalar al departamento de logística y el grifo de combustible con la finalidad de aprovechar el área ocupada actual por dichos componentes para reactivar la cancha de mineral, así como un posible crecimiento de la planta.
- Existen oportunidades de mejora en el diseño y planeamiento del trabajo de mina a pesar de ser un proceso complejo de extracción de mineral subterráneo, para ello la alta dirección debe proponer indicadores específicos a cada proceso.
- Existe debilidad en la dirección de las operaciones en los principales procesos de la organización como son mina y planta que afecta directamente en la eficiencia de



los recursos, así también los costos operativos.

- Si bien se aplica la calidad a través de círculos de mejoramiento continuo, 5S y sistemas de gestión de calidad la resistencia al cambio de la mayoría del personal por interiorizar estas herramientas como estrategias para incrementar la rentabilidad todavía se mantienen vigente.
- Existe la oportunidad de que la Superintendencia de Calidad realice un diagnóstico de la situación actual de la gestión de la calidad de manera que se planteen estrategias agresivas que permita mejorar la cultura de la calidad en Poderosa y los beneficios de los distintos métodos aplicados sea tangible y efectiva.
- La gestión del mantenimiento direccionada a la fase predictiva y de confiabilidad son retos que Poderosa asume con mucha lentitud, perdiendo la oportunidad de reducir riesgos por fallas operacionales de los equipos de la planta de proceso y de las operaciones de mina.
- No existe evidencia de que la gestión del mantenimiento esté en orden en eficacia y eficiencia debido a que no se realiza auditorías externa ni internas de mantenimiento.
- El método de costos empleado por Poderosa es el basado en actividades debido al tamaño de la empresa a la cantidad de costos indirectos que maneja.
- Existe debilidad en los indicadores de control de costos por procesos debido a que en su mayoría está basado en las toneladas de mineral tratado ocasionando distorsiones en la correcta distribución de costos en la empresa.
- Existe una oportunidad para fortalecer la gestión de la cadena de suministros con los proveedores de los insumos principales como es el caso del cianuro de sodio y óxido de calcio de manera que permita asegurar el tratamiento de mineral extraído de mina.

- Se ha evidenciado capacitación de dirección de operaciones a los responsables de los procesos, pero no existe medición de mejora en la eficiencia, así como la reducción de costos en dichos procesos.
- De acuerdo al diagnóstico operacional, Poderosa en la mayor parte de su planificación aplicó mucho de los criterios de la dirección de las operaciones productivas en sus procesos operativo y de soporte, el cual va madurando permanentemente con mejora continua como política de trabajo.

Tabla 26

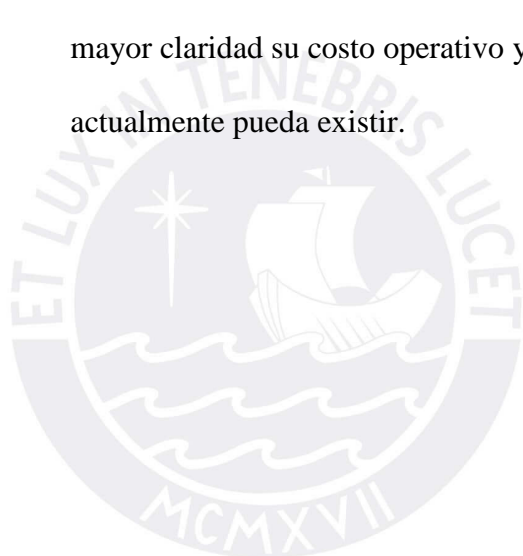
*Principales Propuestas de Mejoras*

Principales Propuestas	Inversión (US\$)	Beneficio Anual (US\$)
Implementar planta de tratamiento de mineral de 300 TMD	6'380,000	78'910,000
Programa de rotación de personal, estudio de tiempo, seguimiento mano de obra-máquina	103,000	328,000
Capacitación en programación lineal, desarrollo de software de programación lineal	72,000	1'194,785
Mejorar la infraestructura de racks y anaqueles y la distribución apropiada de materiales. Adquirir e implementar sistemas modernos de almacenaje	80,000	
Implementar sistema de contingencia (bombas, rociadores, aspersores, etc.) antes posibles incendios; así mismo implementar cámaras de video vigilancia de puntos críticos	120,000	
Implementar el sistema de identificación de materiales mediante código de barras a fin de optimizar la identificación de los bienes y la toma de inventarios selectivos, inopinados y anuales	8,000	
Implementar un software de control de inventarios que permita identificar oportunamente los sobre stocks de materiales (alarmas) así como el seguimiento y reporte automático a cada usuario. Establecer políticas para el manejo de los materiales de tipo CDR y PRY de tal manera se evite tener stock inmovilizados en el almacén	20,000	161,000
Mejorar el control de unidades de transporte en ruta, implementar un sistema de radar para monitorear el paso de las unidades de transporte, medir los tiempos de traslado de bienes, motivar y reconocer el buen desempeño de los transportistas así como sancionar a los incumplidos	10,000	
Sistematizar las operaciones de compras con el apoyo de la tecnología que ayude a reducir el empleo de mano de obra, procesos mucho más sencillos y prácticos, incrementar el número de alianzas estratégicas con proveedores de suministros y servicio de uso continuo	10,000	
Reubicación de almacén logístico y grifo de combustible	1'661,000	513,000
Implementar el BSC Sistematizado y el Método Lean en la Gestión de la Calidad	84,000	586,087
Implementar mantenimiento predictivo mediante la incorporación de profesionales en planilla de mantenimiento. Implementar indicadores de control	84,000	1'252,380
Total	8'632,000	82'945,252

## 15.2. Recomendaciones

- Implementar indicadores de control de gestión y fortalecer la capacitación en planeamiento agregado, gestión por procesos, Kaizen, programación lineal y programación de las operaciones a los procesos de geología, mina, planta y mantenimiento considerando que más del 80% de los costos operativos e inversiones son destinados a estos procesos.
- Planeamiento y el proceso operativo de mina deben rediseñar sus operaciones implementando el rendimiento de máquina-hombre-recurso de mineral para optimizar la mano de obra.
- Debe exigirse a los procesos operativos y de soporte en las mejoras de sus procesos implementar su diagrama de actividades de procesos y su diagrama de operaciones para determinar rutas críticas, manejo de tiempos y eliminar pasos o actividades que no dan valor agregado al proceso.
- La alta dirección de Poderosa debe evaluar implementar mejoras en el desarrollo de sus labores subterráneas con la finalidad de incrementar la mecanización y reducir la mano de obra.
- La gestión de mantenimiento debe hacer el diagnóstico, evaluando la posibilidad de reactivar el mantenimiento productivo total en mina y planta, en especial el del pilar de mantenimiento autónomo.
- Debe implementarse auditorías externas anuales a la gestión del mantenimiento.
- La dirección del mantenimiento debe evaluar costo beneficio para implementar el mantenimiento predictivo y de confiabilidad a los equipos de mina y planta.
- La alta dirección debe dar sostenibilidad a su propuesta de solicitar dos proyectos de mejoras anuales a cada departamento basado en reducir costos, pero estas propuestas deben ser reales y evaluadas trimestralmente su avance.

- La estrategia actual de la gestión de la calidad debe ser evaluada al detalle para determinar cuál ha sido su aporte al crecimiento de Poderosa, comparándola con los estándares internacionales; quizá requiera un replanteo de manera que después de 20 años de haber iniciado con esta filosofía sus resultados debieran ser mucho mejores que los actuales.
- Realizar la evaluación costo beneficio para implementar un plan de rotación de personal dentro de la misma área con la finalidad de reducir la rotación de personal.
- Analizar, así como preparar un diagnóstico para implementar máximo dos indicadores de control de costos por cada área de manera que permita observar con mayor claridad su costo operativo y así eliminar cualquier subsidio que actualmente pueda existir.



### Referencias

- Aguirre, D., & Rodríguez, A. (2007). Logística de operaciones: Integrando las decisiones estratégicas para la competitividad. *Ingeniería Industrial*, 28(1), 6.
- Alles, M. & Alles, J. (2015). La operación Paso del Estrecho: Modelo logístico de gestión de desplazamientos transfronterizos. *Gestión y Política Pública*, 24(1), 51-84.
- Álvarez, J., Inche, J., & Salvador, G. (2014). Programación de operaciones mediante la teoría de restricciones. *Industrial Data*, 7(1), 012-019.
- Álvarez, H. (2016). Exploración minera, compañías mineras junior y aspectos a tomar en cuenta para su promoción. *IUS ET VERITAS*, 24(50), 274-291.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., & García, G. S. (1999). *Métodos cuantitativos para los negocios*. New York, NY: International Thomson.
- Artieda, C. (2015). Análisis de los sistemas de costos como herramientas estratégicas de gestión en las pequeñas y medianas empresas (PYMES). *Revista Publicando*, 2(3), 90-113.
- Aza Moreno, D. C., & Camargo Aramendiz, I. R. (2015). Elaboración de un manual de operaciones mineras y trituración Hazemag de la mina Belencito, municipio de Nobsa, departamento de Boyacá.
- Bacalla, J., Caballero, M., & Fiestas, A. (2014). Modelo del proceso jerárquico analítico para optimizar la localización de una planta industrial. *Industrial Data*, 17(2), 112-119.
- Bautista, J., & Companys, R. (2000). Logística y dirección de operaciones. Una visión sobre su evolución convergente. *Manutención y Almacenaje*, 347, 60-70.
- Bautista, E., & Riveros, P. (2015, setiembre). Propuesta de transformación lean para el proceso de mantenimiento de equipos en la mediana minería. (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Beltrán, J. (2015). Sistemas de gestión de la calidad: una herramienta imprescindible en la

- auditoría financiera. *En-Contexto*, 3(3), 143-160.
- Bou, J., Subias, A., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutenzione*. Madrid, España: Marcombo.
- Compañía Minera Poderosa S.A. (2013). *Manual de Operaciones de Planta Maraón*. La Libertad.
- Coyle, J. J., Langley Jr, C. J., Novack, R. A., & Gibson, B. (2013). *Administración de la cadena de suministro: Una perspectiva logística*. México D.F., México: Cengage Learning.
- Chumpitaz, D. O. (2015). Caracterización del control interno en la gestión de las empresas comerciales del Perú 2013. *In Crescendo*, 6(1), 64-73.
- D'Alessio, F. A. (2012). *Administración de las operaciones productivas*. México D. F., México: Pearson.
- Feijoó, M. (2015). Utilización de remanentes de piedra natural como mármol, granito, travertinos y pizarra para el diseño de productos. Tesis de bachillerato, Universidad del Azuay.
- Ferrer, F. (2016). Planeamiento de minado de largo plazo para proyecto minero no metálico. (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6812>
- Fuentes, D. E. (2015). *Identificación de sistemas de gestión para mantenimiento industrial*. Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera\\_re.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera_re.pdf)
- Galán, M. (2012). Sistema de información de costos "SIC". *Desarrollo, Economía y Sociedad*, 1(1), 103-113.
- Goldratt, E. (1994). *La meta*, (3a. ed.). México D.F., México: Editorial Castillo.
- González, J. (2014). *Análisis de necesidades y justificación para crear un modelo de*

- planeación de la innovación del diseño de nuevos productos*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5811244>
- Gómez, R. A., Cano, J., & Campo, E. (2016). Selección de proveedores en la minería de oro con lógica difusa. *Revista Venezolana de Gerencia*, 21(75).
- Gutarra, N. (2017). *Sílabo de Economía minera y evaluación de minas*. Recuperado de [http://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/2568/4/DO\\_FIN\\_110\\_SI\\_A05\\_95\\_2017\\_.pdf](http://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/2568/4/DO_FIN_110_SI_A05_95_2017_.pdf)
- D'Alessio, F. (2012). *Administración de las operaciones productivas: Un enfoque en procesos para la gerencia*. México D.F., México: Pearson Educación.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. México, D.F., México: McGraw-Hill. Recuperado de [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
- Híjar Sifuentes, C. A., Otiniano, L., & Enrique, J. (2015). Propuesta de diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, basado en la norma OHSAS 18001: 2007, para disminuir los costos de multas por incidentes en el proyecto minero “El Galeno” de la empresa Lumina Copper SAC- Cajamarca.
- Heering, L., Van der Erf, X., & Van Wissen. L. (2004). The Role of Family Networks and Migration Culture in the Continuation of Moroccan Emigration. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 30(2), 323-338.
- Horngren, C. T., Foster, G., & Datar, S. M. (2007). *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial*. México D.F., México: Pearson Educación.
- Huamán, H., Ramos, E., & De La Cruz, L. A. (2015). Aplicación del sistema integrado castillo según normas internacionales ISO 14001: 2004 y OHSAS 18001: 2007 para mejorar la gestión en la Empresa Contratista Minera JCB SRL-Unidad de Producción



- Recuperada-2013. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Recuperado de <http://181.65.181.124/bitstream/handle/ UNH/610/TP%20-%20UNH%20MINAS%200027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hormigo, J. (2006). *La evolución de los factores de localización de actividades*. Recuperado de <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3308>
- Leguizamón, D. (2015). Planeamiento minero para el Contrato de Concesión HKN-08071, mina La Esmeralda ubicado en los municipios de Jenesano y Tibaná departamento de Boyacá.
- Lizarzaburu, E. R. (2016). *La gestión de la calidad en Perú: Un estudio de la norma ISO 9001, sus beneficios y los principales cambios en la versión 2015*. Universidad & Empresa, 18(30).
- Malagón, B., Martínez, Y., Mora, J., & García, J. (2016). Estrategias de organización para la mejora de la gestión administrativa en las empresas. *Pistas Educativas*, 38(121).
- Machado, M. (2016). De la contabilidad de costos al control de gestión. *Contaduría Universidad de Antioquia*, (41), 191-211.
- Martínez, A. C., & Huancaya, G. (2017). *Planeamiento estratégico de Empresa Volcan Compañía Minera S.A.A.* (Tesis de maestría). CENTRUM Católica. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8616>
- Martínez, M. (2009). La concesión minera. Jurisdicción y procedimiento. *Revista de Derecho Administrativo*, (8), 25-45.
- Mateo Doll, M. (2001). *Procedimientos de secuenciación y programación en un sistema productivo de estaciones en serie con transportadores asíncronos de material*. (Tesis de maestría). Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=10819>
- Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento-planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo

Editor.

Núñez, Guitart & Baraza (2015). *Dirección de operaciones. Decisiones tácticas y estratégicas*. E-book: UDC.

Otero Távara, M., & Torres Canchanya, K. (2016). *Plan de mejora de la gestión de rotación de personal y siniestralidad para la división de operaciones de una empresa contratista minera*. (Tesis de maestría). Universidad del Pacífico, Lima, Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11354/1548>

Pérez, D. P. (2015). La exploración minera en el Perú: Un breve alcance sobre las principales autorizaciones para el desarrollo de un proyecto de exploración en el Perú. *Derecho & Sociedad*, (42), 321-328.

Poderosa. (2014). *Nuestra empresa*. Recuperado de <http://www.poderosa.com.pe/nuestra-empresa/nuestra-empresa.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat00&n3=int00>

Poderosa. (2014b). *Poderosa en cifras*. Recuperado de <http://Poderosa.com.pe/nuestra-empresa/Poderosa-en-cifras.html?n1=nuestra-empresa&n2=cat04&n3=int01>

Ramírez, C. A. C., Valerio, J. G. P., Castillo, L. R. M., & López, E. B. (2016). Desarrollo de competencias en logística y su efecto en la gestión de inventarios: Impacto en empresas proveedoras de la industria automotriz de Ciudad Juárez, Chihuahua. *CULCyT*, (59).

Ramírez, K., & Álvaro, V. (2017). Prácticas de mejora continua con enfoque kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital*, 13(2), 479-497.

Reyes, J. P. (2011). *Aplicación del QFD (Quality Function Deployment) al diseño del plan estratégico de la Sección Ingeniería de la PUCP*. (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/570>

Sánchez, M., & Altair, D. (2016). *Análisis normativo para la seguridad en procesos del*

- comercio y la cadena logística*. (Tesis de bachillerato). Universidad Militar de Nueva Granada.
- Sacher, W. (2014). Recursos socionaturales: La importancia de la dimensión social de los yacimientos. *Nueva Sociedad*, (252), 87-100.
- Saguier, M. (2014). Minería para el desarrollo integral en la estrategia de Unasur. *Conjuntura Austral*, 5(21-22), 39-65.
- Schwabe-Neveu, J., Fuentes-Stuardo, P., & Briede-Westermeyer, J. C. (2016). Caracterización del proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño. Propuesta basada en un enfoque de procesos. *Dyna*, 83(199).
- Sisalima, V., Magali, S., & Zapata Méndez, C. A. (2016). *Análisis de los costos de explotación para el sector minero en el área de extracción de oro e implementación de un sistema de costos por procesos en la Asociación Comunitaria Minera La Maná* (Tesis de bachillerato).
- Unzueta-Aranguren, G., Goti-Elordi, A., Garitano-Aranda, J., & Sánchez-Ganchegui, I. (2014). Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 89(3).
- Valenti, G., Casalet, M., & Avaro, D. (2008). *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo*. México D.F., México: Plaza y Valdés Editores.

## Apéndice A: Misión, Visión y Principios Corporativos de Poderosa

### 1. Misión

«Transformar responsablemente nuestra riqueza mineral en oportunidades de desarrollo.»

### 2. Visión

«Ser la empresa en la que te sientas orgulloso de trabajar.»

### 3. Principios y valores corporativos

- Seguridad: Cuidamos nuestra vida, salud y bienestar y la de nuestros compañeros.
- Responsabilidad: Orgullosos de nuestro trabajo, responsables de nuestros resultados.  
Sin miedo a equivocarnos, nos corregimos y mejoramos cada día
- Trabajo en equipo: Juntos encontramos la mejor solución y resultados. Sin soberbia y con respeto a las ideas de otros.
- Respeto: Tratamos como queremos ser tratados. Coherentes con lo que decimos y hacemos. Cumplimos con las leyes y cuidamos la naturaleza.
- Productividad: Tenemos el compromiso de producir más, de mejor manera y con un buen uso de nuestros recursos. Respondemos y nos adaptamos ágilmente al cambio.
- Aprendo y enseño: Pregunto lo que no sé y comparto lo que conozco.
- Integridad: Honestos y justos, actuamos éticamente y hacemos lo correcto.

### 4. Política del sistema integrado de seguridad, salud y medio ambiente

Poderosa es una empresa de mediana minería con operaciones subterráneas, que explora, mina, procesa y comercializa recursos minerales con contenidos de oro. Poderosa, como empresa socialmente responsable, está comprometida a:

- Mejorar continuamente el desempeño de su sistema integrado de gestión, cumpliendo con el marco legal y las normas voluntariamente aceptadas.

- Promover el comportamiento ético de sus colaboradores, mejorando la calidad de sus procesos y productos, contando para ello con personal competente y procesos eficaces que aseguren la satisfacción de sus clientes.
- Prevenir lesiones y enfermedades en sus colaboradores, contratistas y visitas, estableciendo controles en todas sus actividades, manteniendo instalaciones y labores seguras, bajo responsabilidad de la línea de mando.
- Garantizar que los trabajadores son consultados y participan activamente en todos los elementos del sistema integrado de gestión.
- Identificar, comunicar y capacitar a sus colaboradores y otras partes interesadas para prevenir la contaminación ambiental.
- Desarrollar el trabajo en equipo a través de los Círculos de Mejoramiento Continuo y la práctica del COLPA (clasificar, ordenar, limpiar, prevenir y autodisciplina) para su aplicación en el trabajo diario.
- Reconocer a sus grupos de interés, el derecho al progreso y contribuir para que sean ellos mismos, gestores de su desarrollo para mejorar su calidad de vida.

Esta política integrada de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad es comunicada a todas las personas que trabajan para Poderosa o en nombre de ella, y puesta a disposición del público en general (Poderosa, 2014b).

Rev. 05

Enero 2015

  
 Sra. Eva Arias de Sologuren  
 Presidente de Directorio

  
 Ing. Russell Marcelo Santillana Salas  
 Gerente General

**PARTE DE SERVICIO**

*Parte No	201706-00132	Fecha	11/06/2017	Solicitante		Ejecutor	
-----------	--------------	-------	------------	-------------	--	----------	--

**1. DATOS DEL EQUIPO**

DATOS DEL EQUIPO			Tipo de Mantenimiento	
*Codigo	Descripcion del Equipo			
3120020007	AGITADOR		(x)	Preventivo programado
Identificacion		Ubicacion	( )	Preventivo no programado
AL2	*	1010000 VIJUS	( )	Predictivo (Inspeccion)
			( )	Correctivo
Descripcion del Mantenimiento (Frecuencia)			Causas de las Fallas	
F01 MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS			( )	Operacion inapropiada
			( )	Deficiencia en el Mantenimiento
			( )	Sobrecarga
Supervisor Responsable del Mantenimiento			( )	Defectos de material
			( )	Otros:

**2. ORDENES DE TRABAJO**

OT. No	Fecha	Hora Inicio	Hora Termina	Cia/Contrata	Actividad	V/S No
012017004064	14-jun-2017					

**3. MANO DE OBRA**

*Codigo	Apellidos y Nombres	Observaciones

**4. MATERIALES Y REPUESTOS USADOS**

V/S No	*Codigo	Descripcion del material	Identificacion	Unidad	Cantidad

**5. COMPONENTES**

*Codigo	Descripcion del Componente	*Activo	*Cambio	Baja	Repara

**6. VoBo.**

Ejecutor del Mantenimiento	Supervisor	Conformidad	Jefatura	Procesado

**7. CONSIDERACIONES**

Llene con letra legible.  
Mantenga el orden y limpieza (COLPA).

No olvide utilizar el equipo de seguridad adecuado.  
No es obligatorio llenar las columnas marcadas con (\*).

**Apéndice B: Parte de Servicio**



## Apéndice C: Cumplimiento de Programa de Mantenimiento



### CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Programa Semanal del domingo, 04 de junio de 2017 al sábado, 10 de junio de 2017

Semana : 23 Año/Mes: 2017/06

Empresa: CMPSA CIA. MINERA PODEROSA S.A.  
Dpto: 240 PROCESAMIENTO-(PLTA MARAÑÓN)

Fech. 11/06/2017  
Hora. 08:24:27p.m.

Página No: 1

Funcional	Descripción del Equipo	Frecuencia de Mantenimiento	D	L	M	M	J	V	S	Supervisor	Observaciones	Nº OT
<b>SECCIÓN 100</b>	<b>REDUCCION TAMAÑO. CHANCADO</b>											
---	BOMBA CENTRIFUGA, BSP1	MANTTO. PREVENTIVO DE 1456 HRS				1,456				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003936
---	CHANCADORA CONICA, CSV-1	MANTTO. PREVENTIVO DE 480HRS							480	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003903
CH-ECO-1624-004	CHANCADORA 16" X 24", CQ4	MANTTO. PREVENTIVO NO PROGRAMADO								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017004008
CH-ECO-1624-004	CHANCADORA 16" X 24", CQ4	MANTTO. PREVENTIVO DE 360 HRS				360				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003938
GZ-EAL-03X8-001	ZARANDA VIBRAT.3' X 8', ZV1 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS							168	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003913
ZV-SAL-F 154-40D	ZARANDA VIBRAT.5' X 14', ZV6	MANTTO. PREVENTIVO DE 125HRS							125	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003915
FT-EST-2428-001	FAJA TRANSPORTADORA, FT1 *	MANTTO. PREVENTIVO NO PROGRAMADO								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003854
FT-EST-2428-001	FAJA TRANSPORTADORA, FT1 *	MANTTO. PREVENTIVO NO PROGRAMADO								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003967
FT-EST-2428-001	FAJA TRANSPORTADORA, FT1 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 480 HRS				480				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003939
FT-EST-2426-002	FAJA TRANSPORTADORA, FT2 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 480 HRS								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003941
FT-EST-2455-003	FAJA TRANSPORTADORA, FT3 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 480 HRS								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003942
FT-EST-3311-000	FAJA TRANSPORTADORA, FT0 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 120HRS								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003917
---	SUPRESOR DE POLVOS, SP1	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS							168	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003919
<b>SECCIÓN 200</b>	<b>REDUCCION TAMAÑO. MOLIENDA</b>											
BB-EAS-05X4-003	BOMBA CENTRIFUGA 5"X4", BA3	MANTTO. PREVENTIVO DE 672 HRS				672				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003930
BB-EAS-05X4-006	BOMBA CENTRIFUGA 5"X4", BA6	MANTTO. PREVENTIVO DE 672 HRS					672			YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003931
BB-EAS-05X6-008	BOMBA CENTRIFUGA 5"X6", BA8	MANTTO. PREVENTIVO DE 336 HRS						336		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003932
---	BOMBA PERISTALTICA, BPA1	MANTTO. PREVENTIVO DE 720HRS						720		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003900
---	BOMBA PERISTALTICA, BPA01	MANTTO. CORRECTIVO								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003996
---	BOMBA PERISTALTICA, BPA01	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS						168		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003901
ML-ELP-5X10-001	MOLINO BOLAS 5X 10", ML1 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003904
ML-ECO-06X6-002	MOLINO BOLAS 6X 6", MC1 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 364HRS						364		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003905
ML-ECO-8X10-003	MOLINO BOLAS 8X 10", MC3	MANTTO. PREVENTIVO DE 168 HRS				168				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003947
ZV-ETY-03X6-001	ZARANDA VIBRAT.3' X 6', ZT1 *	MANTTO. CORRECTIVO								COTRINA VASQUEZ, GU		012017003994
---	ZARANDA VIBRAT.3' X 6', ZT3 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS							168	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003914
---	ZARANDA VIBRATORIA, ZD1	MANTTO. PREVENTIVO DE 168 HRS							168	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003948
---	ZARANDA VIBRATORIA SVS, ZV8	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS							168	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003916
---	ALIMENTADOR DE FAJA, AFF3	MANTTO. PREVENTIVO DE 168 HRS							168	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003922
FT-EST-2420-004	FAJA TRANSPORTADORA, FT4 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 182 HRS							182	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003943
FT-EST-2416-005	FAJA TRANSPORTADORA, FT5 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 1440 HRS								YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003944
---	FAJA TRANSPORTADORA, FT12	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS							182	YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003918

Sistema de Mantenimiento General de Equipos

ordmg 010704A



**PODEROSA**
**CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

Programa Semanal del domingo, 04 de junio de 2017 al sábado, 10 de junio de 2017

Semana : 23 Año/Mes: 201706

 Empresa: CMPSA CIA. MINERA PODEROSA S.A.  
 Dpto: 240 PROCESAMIENTO-(PLTA MARAÑON)

Página No: 2

Funcional	Descripción del Equipo	Frecuencia de Mantenimiento	D	L	M	M	J	V	S	Supervisor	Observaciones	N° OT
---	FAJA TRANSPORTADORA, FT12	MANTTO. CORRECTIVO					8	✓		DURAN VALERA, ARMAH		012017003992
<b>SECCIÓN</b>	<b>250 CONCENTRACION GRAVIMETRICA</b>											
BB-EAS-04X3-001	BOMBA CENTRIFUGA 4"X3", BA1	MANTTO. PREVENTIVO DE 168 HRS			168	✓				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003928
HC-0M2-P010-112	HIDROCICLON 10", HS32	MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS				✓		720		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003945
<b>SECCIÓN</b>	<b>300 PROCESOS AUXILIARES</b>											
---	BOMBA CENTRIFUGA 2. 1/2"X3", BG2	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS				✓	182			YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003890
BB-EAS-2/X2-009	BOMBA CENTRIFUGA 2. 1/2"X2", BA9	MANTTO. PREVENTIVO DE 1344 HRS		✓	1,344					YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003933
BB-EAS-CENH-010	BOMBA CENTRIFUGA, BA10	MANTTO. PREVENTIVO DE 672 HRS			✓	672				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003929
---	BOMBA CENTRIFUGA, BA13	MANTTO. PREVENTIVO DE 336HRS		336	✓					YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003892
---	BOMBA CENTRIFUGA, BA-14	MANTTO. PREVENTIVO DE 336HRS			✓	336				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003893
---	BOMBA CENTRIFUGA, BA12	MANTTO. PREVENTIVO DE 336HRS			336	✓				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003894
---	BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL, BCS16	MANTTO. PREVENTIVO DE 180HRS			✓		180			YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003897
---	BOMBA CENTRIFUGA 5" X 4", BCS10	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS		✓				182		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003899
EP-EDV-60PD-004	ESPESADOR, EP4 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS			✓			182		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003908
EP-EDV-60PD-003	ESPESADOR, EP3 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS				✓		182		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003909
EP-EDV-60PD-002	ESPESADOR, EP2 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS		✓				182		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003910
EP-EOU-SFHR-009	ESPESADOR, EP9	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS			✓			182		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003911
---	ESPESADOR, EP10	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS		✓				168		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003912
AG-EDV-0096-001	AGITADOR 96", AG1 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS				720	✓			YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003924
AG-EDV-0096-002	AGITADOR, AG2 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS			720	✓				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003925
AG-EDV-0096-003	AGITADOR 96", AG3	MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS			720	✓				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003926
AG-EDV-0096-004	AGITADOR 96", AG4 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS			720	✓				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003927
<b>SECCIÓN</b>	<b>400 MERRIL CROWE</b>											
---	TANQUE DEAREADOR, BOT.VACIO	MANTTO. PREVENTIVO DE 360HRS				360	✓			YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003889
BB-EHI-CENH-006	BOMBA CENTRIFUGA, BH6 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS			✓			168		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003891
BB-ESI-04X3-104	BOMBA CENTRIFUGA 4"X3", BCS4	MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS			720			✓		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003935
BB-ESI-VACI-302	BOMBA DE VACIO, BVS2	MANTTO. PREVENTIVO DE 182HRS	182		✓					YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003898
FL-HSP-CLAR-001	FILTRO CLARIFICADOR, FS1 *	MANTTO. PREVENTIVO DE 2184HRS			✓	2,184				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003920
<b>SECCIÓN</b>	<b>500 REFINERIA</b>											
ML-ESM-03X5-001	MOLINO DE CRISOLES 3X 5", MBC1	MANTTO. PREVENTIVO DE 54HRS	54	✓						YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003906
TA-EGV-000-002	TAMIZADOR VIBRATORIO, TV2	MANTTO. PREVENTIVO DE 54HRS	54	✓						YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003907

Sistema de Mantenimiento General de Equipos

crdmg\_010704A



### CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Programa Semanal del domingo, 04 de junio de 2017 al sábado, 10 de junio de 2017

Semana : 23 Año/Mes: 2017/06

Empresa: CMPSA CIA. MINERA PODEROSA S.A.  
Dpto: 240 PROCESAMIENTO-(PLTA MARAÑON)

FECHA: 11/06/2017  
Hora: 08:24:27p.m.

Página No: 3

Funcional	Descripción del Equipo	Frecuencia de Mantenimiento	D	L	M	M	J	V	S	Supervisor	Observaciones	Nº OT
<b>SECCIÓN</b>	<b>800 DISPOSICION DE RELAVES</b>											
---	BOMBA HORIZONTAL C/EXPELLER, BCM1	MANTTO. PREVENTIVO DE 728 HRS					✓ 728			YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003934
---	BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL, BH19	MANTTO. PREVENTIVO DE 728HRS		✓	728					YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003895
---	BOMBA CENTRIFUGA, BA23	MANTTO. PREVENTIVO DE 168HRS		168			✓			YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003896
---	ELECTROBOMBA, BSTS02	MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS					720	✓		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003937
---	FAJA TRANSPORTADORA, AFF4	MANTTO. PREVENTIVO DE 168 HRS			168	✓				YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003923
---	FAJA TRANSPORTADORA, FT14	MANTTO. PREVENTIVO DE 728 HRS			728			✓		YRAMATEGUI ORE, CAR		012017003940





## CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Programa Semanal del domingo, 04 de junio de 2017 al sábado, 10 de junio de 2017  
Semana : 23 Año/Mes: 201706

Empresa: CMPSA CIA. MINERA PODEROSA S.A.  
Dpto: 240 PROCESAMIENTO-(PLTA MARAÑON)

Fecha: 11/06/2017  
Hora: 08:24:27 p.m.

Página No: 4

Funcional	Descripción del Equipo	Frecuencia de Mantenimiento	D	L	M	M	J	V	S	Supervisor	Observaciones	N° OT
-----------	------------------------	-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	------------	---------------	-------

### Leyenda

- Mantenimiento preventivo programado
- Mantenimiento preventivo no programado
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo
- Proyectos de Ingeniería
- Fabricación, modificación, instalación

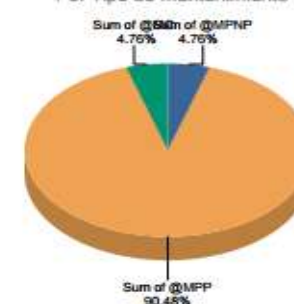
### Programado Ejecutado

M.P.P.	57	90.48	57
M.P.N.P.	3	4.76	3
M.PREDICTIVO	0	0.00	0
M.C	3	4.76	3
INGENIERIA	0	0.00	0
FABRICACIÓN	0	0.00	0
<b>Total</b>	<b>63</b>		<b>63</b>

**Cumplimiento del  
Mantenimiento Preventivo** **100.00 %**

### PROGRAMADOS

Por Tipo de mantenimiento



### CUMPLIMIENTO POR SUPERVISOR

Supervisor	Tipo Mantenimiento	Programado	Ejecutado
YRAMATEGUI ORE, CARLOS HUGO	Correctivo	1	1
	Preventivo no programado	3	3
	Preventivo programado	57	57
COTRINA VASQUEZ, GUILLERMO	Correctivo	1	1
DURAN VALERA, ARMANDO ABIMAE	Correctivo	1	1

### EFFECTIVIDAD DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO





## Apéndice D: Orden de Trabajo de Mantenimiento

### ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

O.Trabajo No: 012017004064		Programa No: CMPSA-240-00132		Fecha Y Hora de Impresión 11/06/2017 08:51:54p.m.	
Equipo	3120020007 AGITADOR		Ubicación	1010000	
Identificación	AL2 *		Sección / Flota	400 MERRIL CROWE	
Marca	LIGHTNIN MIXER		Fec.Ult.Servicio	15/06/2011 03:00:00p.m.	
Modelo	XJ-87 TYPE CLAMP		Servicio	F01 MANTTO. PREVENTIVO DE 720 HRS	
Serie	94/B79248-02				
Fecha y Hora Programada de Inicio		14/06/2017 04:56:00p.m.		Fecha y Hora de Ejecución	
Fecha y Hora Programada de Término		14/06/2017 04:56:00p.m.		Horometro actual	
CARTILLA			REALIZADO		ANOTACIONES
009	REDUCTOR	Verificar temperatura del reductor	<input type="checkbox"/>		
010	MOTOR ELECTRICO	Verificar temperatura del motor	<input type="checkbox"/>		
002		Inspeccionar estado de las helices	<input type="checkbox"/>		
003		Inspeccionar estado de la corona y piñon de transmision	<input type="checkbox"/>		
004		Verificar si existe fuga de grasa por el reten	<input type="checkbox"/>		
007		Realizar limpieza del equipo	<input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES / SUGERENCIAS					
<div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div>					
SUPERVISOR					
YRAMATEGUI ORE CARLOS HUGO					

Sistema de Mantenimiento General de Equipos

Apéndice E: Medición y Seguimiento de Procesos en Poderosa



SIG\_HAC\_F\_004  
Rev. 04

FICHA DE PROCESO

PLT\_TOD\_D\_001

10

**PROCESO**  
FICHA DE PROCESO - PROCESAMIENTO  
**OBJETIVO**  
Máxima recuperación de Oro desde el mineral

**PROPIETARIO**  
SUPERINTENDENTE DE PLANTA  
**PRODUCTO**  
Bullón de Oro

ALCANCE DE PROCESO

Proveedor	Entrada	Sub Proceso/ Actividad	Salida	Cliente
Planeamiento e Ingeniería	Programa de producción	Chancado	Mineral chancado	Molienda
Minado	Mineral			
Mantenimiento	Servicio de mantenimiento	Molienda	Pulpa de mineral grueso de clasificación secundaria	Concentración
Chancado	Mineral chancado			
Sedimentación, agitación y filtración	Solución Molino	Concentración	Pulpa de mineral fino de clasificación secundaria y remolienda de medios	Sedimentación, Agitación y Filtración
Concentración	Concentrado			
Logística	Medios	Molienda	Concentrado	Molienda
Refinación	Cianuro de Sodio / Cal			
Medio Ambiente	Relave de escorias	Concentración	Relave de espirales	Sedimentación, Agitación y Filtración
Mantenimiento	Agua			
Molienda	Servicio de mantenimiento	Concentración	Solución Rica	Precipitación
Sedimentación, Agitación y Filtración	Pulpa de mineral grueso de clasificación secundaria			
Mantenimiento	Solución Molino	Sedimentación, Agitación y Filtración	Solución Molino	Molienda
Molienda	Servicio de mantenimiento			
Concentración	Pulpa de mineral fino de clasificación secundaria y remolienda de medios	Sedimentación, Agitación y Filtración	Relave en pulpa	Concentración
Precipitación	Relave de espirales			
Logística	Solución Barren	Precipitación	Relave Filtrado	Disposición de Relaves
Logística	Floculante			
Disposición de relaves	Solución cianurada	Refinación	Precipitado de Oro	Refinación
Mantenimiento	Servicio de mantenimiento			
Sedimentación, Agitación y Filtración	Solución Rica	Refinación	Solución Barren	Sedimentación, Agitación y Filtración
Logística	Polvo de Zinc			
Mantenimiento	Ayuda Filtrante	Refinación	Bullones de Oro	Comercialización
Precipitación	Antincrustante			
Logística	Acetato de Plomo	Refinación	Relave de Escorias	Molienda
Mantenimiento	Servicio de mantenimiento			
Sedimentación, Agitación y Filtración	Pulpa de Relaves	Disposición de Relaves	Solución cianurada	Sedimentación, Agitación y Filtración
Mantenimiento	Servicio de mantenimiento			
			Efluentes	Al Medio Ambiente

Medición y Seguimiento de Procesos

Indicador	Meta	Fórmula de Cálculo	Frecuencia	Responsable
Rendimiento chancado TMH/h	MN: 53.0 ± 3.86 SM: 38.9 ± 4.86	(Stock en tolva inicial + Tonelaje Recibido - Stock en tolva final) / Horas Operación	Mensual	Superintendencia Planta
Rendimiento molienda TMS/h	MN: 29.65 ± 0.47	TMS total procesado / Horas operación molino primario	Mensual	Superintendencia Planta

Extracción Sólido Calculada (mina más compras)	SM: 25.35 ± 0.46 MN: 90.56 ± 0.74%	(Fino Cabeza Calculada - Fino Relave Sólido) / (Fino Cabeza Calculada) x 100	Mensual	Superintendencia Planta
Diferencia extracción sólido y cianuración (mina más compras)	SM: 92.72± 0.89% MN: 0.17 ± 0.15% SM: 0.21 ± 0.47% MN: 90.39 ± 0.74%	(% Extracción Sólido - % Extracción Cianuración)	Mensual	Superintendencia Planta
Recuperación total	SM: 92.51 ± 0.89%	(Fino Cabeza Calculada - Fino Relave Sólido - Fino Relave Solución - Mermas Refinería) / (Fino Cabeza Calculada) x 100	Mensual	Superintendencia Planta
Recuperación en Precipitación	MN: 97.34±0.5% SM: 98.2± 0.51% MN: 99.6 ± 0.16%	(Fino Solución Rica – Fino Solución Barren) / Fino Solución Rica x 100	Mensual	Superintendencia Planta
% Recuperación en Fundición.	SM: 99.6 ± 0.16%	(Fino Bullones Principales + Fino Bullones Formados Rec Esc + Fino Bullones Formados Rec_Sec) / (Fino Cabeza Calculada Fundición) x 100	Mensual	Superintendencia Planta
Accidentabilidad	0,07	Frecuencia x Severidad / 1000	Mensual	Superintendencia Planta
Cumplimiento de control de aspectos ambientales	100%	Medida preventiva programada/Medida preventiva realizada	Mensual	Superintendencia Planta
Consumo específico de cianuro	MN: 0.68 ± 0.06% SM: 0.95 ± 0.07%	Kg de NaCN consumidos / TMS procesadas Kg de NaCN consumidos / TMS procesadas	Mensual Mensual	Superintendencia Planta Superintendencia Planta
Fecha de aprobación:				feb-16



Apéndice F: Aseguramiento de la Calidad. Marañón



SIG\_HAC\_F\_001  
Rev. 03

TABLA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD - MARAÑÓN											PLT_TOD_D_002	11		
ZONA: VIJUS - PLANTA MARAÑÓN											RESPONSABLE:	SUPERINTENDENTE DE PLANTA		
Proceso	Subproceso	Característica de calidad/Factor	Límite de Calidad	Control y/o aseguramiento del proceso	Método de Verificación						Análisis de Datos	Acción sobre el proceso a falta de conformidad	Registro de la acción	Documentos de referencia
					Quién	Cuándo	Dónde	Como						
								Dispositivo de medición	Reportar a	Registrar en				
CHANCADO		Tamaño de Mineral Producto de Chancado (%-3/8")	Mayor a 94%	Análisis granulométrico	Molinero	Al final de Cada Turno	Sala de control de procesos	Balanza electrónica y Malla 3/8"	Jefe Turno	Sistema: Producción Planta	Comparación con valores de referencia	1. Verificación y/o ajuste de set de chancadoras 2. Verificación, ajuste y/o cambio de mallas	1.- Reporte de Operación Chancado 2.- Reuniones de Coordinación de Trabajo - Cambio de Turno-operación Planta	1. PETS de arranque de chancado. 2. PETS de alimentación y control de la operación de chancado.
	MOLIENDA	%-200m de Finos de molienda primaria	Mayor a 44%	Análisis granulométrico	Encargado Planta	Cada 8 horas.	Sala de control de procesos	Balanza electrónica, Mallas Nº200 y 400	Jefe Turno	Sistema: Producción Planta	Comparación con valores de referencia.	1.- Verificación y ajuste de parámetros de operación: Densidad de pulpa, apex y vortex de ciclones y mallas de Z. Derrick 2.- Verificar y corregir el nivel de llenado de bolas de los molinos. 3.- Evaluación del circuito por parte de Laboratorio Metalúrgico. 4. Ajuste de la recarga de bolas al molino primario en función a las características del mineral.	1.- Reporte de Operación Molienda y Concentración. 2.- Reuniones de Coordinación de Trabajo - Cambio de Turno-Operación Planta 3.- Informe de Laboratorio Metalúrgico, para la modificación de recarga de bolas al molino primario	1.- PETS de Análisis granulométrico de productos de molienda. 2. PETS de control de densidad de pulpa en molienda. 3.- PETS de Toma de datos en el interior del molino 8x10 para medir el nivel de bolas. 4.- PETS de recarga de elementos moledores a los molinos.
		%-400m de Finos de remolienda de medios	Mayor a 78%											
		%-200m de Finos de clasificación secundaria	Mayor a 93%											
		%-400m de Finos de remolienda de concentrados	Mayor a 90%											
PRECIPITACIÓN		Nivel de Turbidez de solución rica sin clarificar	Menor a 39 NTU	Lectura de turbidez	Precipitador	Cuatro veces por turno	Estación de medidores de turbidez en línea	Turbidímetro	Jefe Turno	Reporte de Operación Precipitación Sistema: Producción Planta	Comparación con valores referenciales	1.- Verificar el pH y si es necesario agregar cal. 2.- Verificar la dosificación de fluoculante. 3.- Revisar parámetros de operación del E10.	1.- Reporte de Operación de Molienda y Concentración. 2.- Reporte de Operación Sedimentación y Agitación 3.- Reuniones de Coordinación de Trabajo - Cambio de Turno-Operación Planta	PETS de Preparación y Dosificación de Flocculante
	PRECIPITACIÓN	Nivel de Turbidez de solución rica clarificada	Menor a 0,5 NTU	Lectura de turbidez	Precipitador	Cuatro veces por turno	Estación de medidores de turbidez en línea	Turbidímetro	Jefe Turno	Reporte de Operación Precipitación Sistema: Producción Planta	Comparación con valores referenciales	1.- Incrementar la dosificación de ayuda filtrante al filtro clarificador. 2.- Cambio de filtro clarificador 3.- Realizar seguimiento a las tareas de: Cambio de filtros clarificadores y, Parada y arranque de precipitación 4.- Verificación y/o cambio de componentes de filtros	1.- Reporte de Operación Precipitación 2.- Reuniones de Coordinación de Trabajo - Cambio de Turno-Operación Planta 3.- Sistema: Producción Planta	1.-PETS de Cambio de filtros clarificadores. 2.-PETS de Parada y arranque de precipitación. 3.- PETS de Preparacion y dosificacion de ayuda filtrante al clarificador
		PRECIPITACIÓN	Nivel de Turbidez de solución rica clarificada	Menor a 0,5 NTU	Lectura de turbidez	Precipitador	Cuatro veces por turno	Estación de medidores de turbidez en línea	Turbidímetro	Jefe Turno	Reporte de Operación Precipitación Sistema: Producción Planta	Comparación con valores referenciales	1.- Incrementar la dosificación de ayuda filtrante al filtro clarificador. 2.- Cambio de filtro clarificador 3.- Realizar seguimiento a las tareas de: Cambio de filtros clarificadores y, Parada y arranque de precipitación 4.- Verificación y/o cambio de componentes de filtros clarificadores.	1.- Reporte de Operación Precipitación 2.- Reuniones de Coordinación de Trabajo - Cambio de Turno-Operación Planta 3.- Sistema: Producción Planta
PRECIPITACIÓN & AGITACIÓN		Ley de oro en solución barren	Menor a 0,1 g/m <sup>3</sup>	Análisis de la muestra	Jefe de Laboratorio Químico	Cada 8 horas.	Laboratorio Químico	Espectrofotómetro de absorción atómica	Jefe Turno	Sistema: Producción Planta	Comparación con valores de referencia	1.- Incrementar dosificación de zinc 2.- Verificar y/o corregir turbidez de solución rica clarificada. 3.- Dosificar acetato de plomo	1.- Reporte de Operación Precipitación 2.- Sistema: Producción Planta	Manual de operación de precipitación.
	SEDIMENTACIÓN & AGITACIÓN	Ley de oro en relave	Menor a 1,5 g/m <sup>3</sup>	Ensayo al relave	Jefe de Laboratorio Químico	Cada 8 horas.	Laboratorio Químico	Balanza analítica	Jefe Turno	Sistema: Producción Planta	Comparación con valores de referencia	1.-Verificación y ajuste de parámetros de operación en molienda 2.-Inspección y corrección de parámetros de control en sedimentación y agitación 3.-Seguimiento metalúrgico del circuito de molienda.	1.- Reporte de Operación Sedimentación y Agitación 2.- Sistema: Producción Planta 3.- Informe de Laboratorio Metalúrgico.	1. Lo especificado en molienda y concentración. 2.- PETS de Control de densidades, muestreador de relave general y sobrecarga de espesadores
SEDIMENTACIÓN & AGITACIÓN					Jefe de Laboratorio Químico			Espectrofotómetro				Verificación y corrección de	1.- Reporte de Operación Precipitación,	1. Lo especificado en precipitación.

Tesis publicada con autorización del autor  
No olvide citar esta tesis